BHS
III
72

BHS III 72

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke * Aktiengesellschaft *
Bibliothek:
Gruppe: III
B Nr. 72

Populärer Unterricht

über

Dampfmaschinen,

über die Anwendung derselben zum Treiben anderer Maschinen, insbesondere auch

über

Dampfschiffe und **Dampfwagen**;

nebst einer Geschichte des gesammten Dampfmaschinenwesens.

Zur Belehrung für Jedermann auf das Faßlichste dargestellt

von

Dr. J. H. M. Poppe,

Hofrath und ordentlichem Professor zu Tübingen.

Neue vermehrte Ausgabe.

Mit Abbildungen auf fünf Steintafeln.

Tübingen,

bei C. F. Osiander.

1834.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHEK DER K. B. GENERAL-BERG- U. SALINEN-ADMINISTR.

Vorrede.

Die Dampfschiffe, Dampfwagen und Dampfmaschinen zu vielfältigem Gebrauch überhaupt, haben jetzt in der kultivirten Welt das höchste Interesse aller Menschen erregt. Die meisten Personen, welche von Dampfmaschinen hören oder lesen, haben nicht den mindesten Begriff von der Einrichtung dieser wichtigen Erfindung; viele haben keine recht deutliche und richtige Vorstellung davon; noch anderen sind diese Maschinen nicht in gehörigem Umfange und nach den neuesten Verbesserungen bekannt. Nur für al-

le diese Personen — nicht für den Mann vom Fach — ist eigentlich das vorliegende Werkchen bestimmt. Besonders dürfte der Inhalt desselben auch diejenigen interessiren, welche auf Dampfschiffen gefahren haben und noch darauf fahren wollen. Auch der Techniker und Oekonom, selbst mancher Handwerker, der kleine Dampfmaschinen gebrauchen möchte, findet die gehörige Aufklärung, wenigstens Winke, wie er sie einzurichten und mit seinen Geräthschaften zu verbinden hätte.

Außer der Geschichte der Dampfmaschinen und ihrer vielfältigen Anwendung, so wie der Geschichte der Dampfschiffe und Dampfwagen noch besonders, gebe ich eine deutliche Beschreibung von einer doppelt wirkenden Wattschen Dampfmaschine und von noch ein Paar anderen neuern

Dampfmaschinen, ferner die Beschreibung der Dampfschiffe und Dampfwagen, begleitet mit so vielen Zeichnungen, als ich zur Erläuterung für hinreichend hielt. Mehr und größere Zeichnungen würden das Buch vertheuert haben und der Bestimmung desselben entgegen gewesen seyn.

Den Kenntnissen von der Kraft der kleineren und größeren Dampfmaschinen, und den Gefahren, welche sie durch Zerspringen bereiten können, sind besondere Abschnitte gewidmet. Die Mittel, Gefahren zu vermeiden oder zu vermindern, habe ich nicht übergangen.

Es wird mir erlaubt seyn, hier zugleich noch Folgendes zu erwähnen:

Ein Mechanikus Owen zu Stockholm soll einen Dampfschlitten er-

funden haben, in welchen 12 bis 15 Personen sitzen können. Auf eine Reihe Jahre erhielt Owen ein Privilegium zur Erbauung solcher durch Dampfmaschinen fortbewegter Schlitten.

Auch hat, ganz neuen Nachrichten zu Folge, der bekannte Perkins in England Dampfkanonen verfertigt, welche von fürchterlicher Wirkung seyn sollen.

Ein Amerikaner Stapel will Luftboote statt Dampfboote erfunden haben. Das Wesentlichste seiner Erfindung besteht in der Anwendung der kohlensauren (fixen) Luft, statt des Wasserdampfs. Als Grund dieser Abänderung führt der Erfinder die große Ausdehnuug an, welche jene Luftart durch eine gleich große Menge Wärmestoff im Vergleich gegen

Wasserdampf erhält. Er meint, zu derselben Wirkung durch kohlensaure Luft gebrauchte man nur den 50sten Theil der Feuerung, wie zu einer gleichen Wirkung durch Wasserdampf.

Hat man ja sogar zu einer gleichen Art der Maschinen-Bewegung, wie diejenige durch Dampf, das durch einen elektrischen Funken entzündete Schießpulver vorgeschlagen, so daß man, statt Dampfmaschinen, Pulvermaschinen haben würde. — Was doch der Mensch nicht alles ausdenkt! Indessen wollen wir uns vorerst mit unseren Dampfmaschinen begnügen, und nur wünschen, daß diese stets gut, sorgfältig und gefahrlos eingerichtet werden.

So eben lese ich, daß seit dem 1ten Julius dieses Jahres die regelmäßige

Dampfschiffahrt zwischen Köln, Nymwegen und Rotterdam wirklich eingeführt ist, und daß noch ein neues Dampfschiff gebaut wird, welches wöchentlich zweimal von Köln nach Nymwegen und zurück gehen soll. — So wird also diese Schiffahrt zusehends immer allgemeiner.

Tübingen im Julius 1825.

Poppe.

Vorwort

zur zweiten Ausgabe.

Diese, nach dem Wunsche des Herrn Verlegers veranstaltete zweite Ausgabe ist mit mehreren Kapiteln, die sich auf neue Erfindungen oder Verbesserungen bei Dampfmaschinen beziehen, und eben deßwegen auch mit einer Tafel, die neue Zeichnungen enthält, vermehrt worden.

Sie dürfte daher wohl von dem Publikum nicht ungünstig aufgenommen werden.

April 1834.

Poppe.

Inhalt.

Seite

Erste Abtheilung. Geschichte der Dampfmaschinen bis auf die neueste Zeit = = 1

Zweite Abtheilung. Geschichte der vielfältigen Anwendungen der Dampfmaschinen zur Betreibung anderer Maschinen = 44

Dritte Abtheilung. Geschichte der Dampfschiffe und Dampfwagen insbesondere = 70

Vierte Abtheilung. Genauere Beschreibung der vornehmsten und nützlichsten Arten der Dampfmaschinen = = = = = 101

Fünfte Abtheilung. Nähere Beschreibung der Dampfschiffe und Dampfwagen = 133

Sechste Abtheilung. Ueber die Kraft der Wasserdämpfe und ihre Wirkung auf feste Massen, z. B. auf den Kolben der Dampfmaschine insbesondere = = = = 169

Siebente Abtheilung. Die Gefahren bei Dampfmaschinen, Dampfschiffen und Dampfwagen und ihre Vermeidung oder Verminderung = = = = = 209

Achte Abtheilung. Die neuesten Entdeckungen über die Gefahren bei Dampfmaschinen und die Erfindungen dagegen; nebst den neuesten Methoden, den Dampfkessel zur rechten Zeit mit Wasser zu speisen 235

Neunte Abtheilung. Noch einige besondere Beschreibungen von Hochdruckmaschinen 256

Zehnte Abtheilung. Noch Etwas über die Form und Größe der Dampfkessel 271

Eilfte Abtheilung. Noch Etwas über die Kolben der Dampfmaschinen . . 276

Zwölfte Abtheilung. Ueber die neuesten Anwendungen der Dampfwagen . 281

Erste Abtheilung.

Geschichte der Dampfmaschinen bis auf die neueste Zeit.

§. 1.

Wer hat wohl nicht von Dampfmaschinen, von Dampfschiffen, Dampfwagen und von solchen Maschinen überhaupt gehört oder gelesen, welche durch Dämpfe von kochendem Wasser in Bewegung gesetzt werden! Wie oft geben Zeitungen Nachricht davon! Wie oft hat man aber auch, leider! nicht gehört, daß eine Dampfmaschine zersprungen ist und viel Unglück um sich her verbreitet hat!

Nicht selten werden auch solche Vorrichtungen fälschlich Dampfmaschinen genannt, die durchaus nicht zu den Maschinen gehören, z. B. Vorrichtungen, worin durch Dämpfe von kochendem Wasser blos etwas geheitzt wird, z. B. ein Gebäude, das Wasser in Wäschereyen, die Brühen in Färbereyen, die Flüssigkeiten in

Brauereyen, Branntweinbrennereyen, die Trokkenstube in Pulverfabriken ꝛc. Diese Dampfvorrichtungen oder Dampfapparate kann man aber leicht von eigentlichen Dampfmaschinen unterscheiden, wenn man bedenkt, daß letztere immer dienen, andere Maschinen oder Maschinen-Theile in Bewegung zu setzen und in der Bewegung zu erhalten, und dies thun sie oft mit ungeheurer Kraft, mit einer Kraft, die wohl nur mit 50, 100, 200 und mehr Pferden zu ersetzen wäre.

§. 2.

Die Erfindung der Dampfmaschine, die anfangs freilich sehr unvollkommen war, ist etwas über hundert Jahre alt. Schon früher kannte man die große Gewalt der Wasserdämpfe, wenn sie im zusammengepreßten (verdichteten) Zustande sich befanden. Hat man eine kleine eiserne Röhre, die an einem Ende verschlossen ist, z. B. einen hohlen Schlüssel von alter Art, thut man in diese Röhre nur ein Paar Tropfen Wasser, verschließt man hierauf die Oeffnung

nicht gar zu fest mit einem gekauten Papierstopfen und erhitzt dann die Röhre in einer Lichtflamme; so wird in kurzer Zeit der Stopfen mit einem starken Knalle und eben so gewaltsam herausfliegen, als wenn er durch entzündetes Schießpulver herausgeschossen wäre. Wirklich hat deswegen der berühmte Naturforscher Dionysius Papin schon vor 150 Jahren den Vorschlag gethan, statt mit Schießpulver, mit Dämpfen von kochendem Wasser zu schießen.

Es giebt kleine gläserne Knallkügelchen, oder Dampfkügelchen, welche folgende Einrichtung haben. Sie sind von der Größe einer Erbse hohl geblasen, zum Theil mit Wasser gefüllt und dann zugeschmolzen. Steckt man sie in ein brennendes Licht, so zerspringen sie bald mit einem heftigen Knalle und löschen dabei sehr gewaltsam die Flamme aus. Legt man sie zwischen glühende Kohlen und bedeckt sie auch damit, so zerspringen sie nach wenigen Sekunden ebenfalls mit starkem Knalle

und schleudern dabei die Kohlen ziemlich weit umher.

§. 3.

Wenn nun schon so wenige Wassertropfen, in Dämpfe verwandelt, eine so gewaltsame Wirkung hervorbringen, so ist es wohl kein Wunder mehr, daß Dämpfe, die aus einer bedeutenden Quantität Wasser entwickelt werden, eine bei weitem gewaltsamere, ja oft eine ungeheuere Wirkung zu erzeugen im Stande sind. Dionysius Papin hatte im Jahr 1681 einen noch jetzt sehr berühmten und noch immer seinen Namen führenden Topf erfunden, welcher ebenfalls die große Kraft der Wasserdämpfe bewieß. Es war ein starker kupferner Topf mit aufgeschraubtem Deckel. Das härteste Fleisch, die härtesten Hülsenfrüchte, mit etwas Wasser in diesen Topf gethan, wurden nach einigen Minuten weich; ja sogar Knochen wurden darin bald zu Brey gekocht. Hatte der Deckel eine fest schließende Klappe und öffnete man diese, etwa mittelst eines Hebels, so strömten

die Dämpfe mit größter Gewalt heraus und trieben das im Topfe befindliche Wasser in einem langen raschen Strahle mit sehr hoch empor.

§. 4.

Bedenkt man nur Folgendes, so wird die Ursache von der großen Gewalt der Dämpfe klar genug in die Augen fallen. Wasserdämpfe sind im Wärmestoffe so fein aufgelößte Wassertheilchen, daß sie dadurch gegen 1500 mal leichter und lockerer geworden sind, als das Wasser war. Der überall in das Wasser eingedrungene, mit sehr großer ausdehnender Kraft begabte Wärmestoff breitet die Wassertheilchen so weit auseinander, daß sie dadurch zu Dämpfen werden, welche einen ohngefähr 1500 mal größern Raum einnehmen, als vorher das Wasser einnahm, woraus sie entstanden. Man erhält also z. B. aus einer Maaß Wasser 1500 Maaß Wasserdämpfe, aus einem Kubikfuß Wasser 1500 Kubikfuß Wasserdämpfe rc. Denkt man sich nun etwa das Wasser in den kleinen Knallkügelchen, so würde auch dieses, in Dämpfe

verwandelt, einen 1500 mal größern Raum einnehmen. Die Dämpfe können es aber nicht, weil sie ringsherum von einer Glaswand eingeschlossen sind. Sie werden daher, so wie sie sich entwickeln, in einen engern und engern Raum zusammengepreßt. Aber wegen ihres Bestrebens, in einen 1500 mal größern Raum sich auszubreiten und wegen der daraus erzeugten ausserordentlich starken ausdehnenden Kraft wirken sie so lange auf die Glaswände, bis diese jener Kraft nicht mehr widerstehen können, sondern mit der größten Heftigkeit zerbrechen und plötzlich den Dämpfen zu ihrer Ausdehnung Platz machen. Es ist also nun auch kein Wunder mehr, daß Kohlen und andere im Wege liegende Körper (auch der Stopfen in der oben beschriebenen kleinen Röhre, und das von den Dämpfen gedrückte Wasser des Papinischen Topfes) gewaltsam hinweggeschleudert werden.

§. 5.

Wird den Wasserdämpfen der Wärmestoff, welcher sie aus dem Zustande der Tropfbarkeit

in den Zustand von Elasticität versetzt hatte, wieder benommen, z. B. durch Anbringung eines kalten Körpers (eines kalten Metalls, kalten Wassers u. dgl.), so ziehen sich die Wassertheilchen, welche in einen so großen Raum ausgedehnt waren, wieder zusammen, und dann müssen sie, die im vollkommen aufgelößten Zustande eine Durchsichtigkeit wie Luft gehabt hatten, entweder wie ein Nebel erscheinen oder wieder ganz zu Wasser werden.

Da ferner die Wasserdämpfe, wenn sie in keinem zusammengepreßten Zustande sich befinden, 1500 mal leichter sind, als das Wasser, woraus sie entstanden waren, und da unsere atmosphärische Luft nur 800 mal leichter oder lockerer ist, als Wasser, so müssen die Wasserdämpfe in der Luft in die Höhe steigen. Sie steigen aber weniger rasch in der Luft empor, wenn sie durch den Verlust von Wärmestoff schon ziemlich dichte Nebel oder Wolken geworden sind. — Die schnelle Umwandlung der Wasserdämpfe in Wasser, vornehmlich durch einen kalten Körper,

der ihnen den Wärmestoff schnell entzieht, gehört, wie wir bald erfahren werden, mit dazu, wenn man die Wasserdämpfe als Maschinenkraft gebrauchen will.

§. 6.

Als man wußte, daß Wasserdämpfe eine bedeutende Gewalt auf andere Körper auszuüben vermochten, da war es wohl natürlich, daß manche Menschen daran dachten, diese Kraft zur Bewegung von Maschinen anzuwenden. Wirklich findet man in einer kleinen, schon im Jahr 1655 von dem englischen Marquis von Worcester herausgegebenen Schrift die Beschreibung von einer solchen Maschine, die durch Dämpfe von kochendem Wasser getrieben werden konnte. Es war dies aber nur eine projektirte, damals noch nicht ausgeführte Maschine von sehr unvollkommener Art. Nach einer noch jetzt im brittischen Museum zu London aufbewahrten Handschrift wäre Samuel Morland, einer von Karls II. Werkmeistern, im Jahr 1681 der Erfinder der Dampf-

maschinen gewesen. Dieser Morland soll mit seiner Erfindung, weil man sie in England nicht beachtete, nach Frankreich gegangen seyn, aber auch in diesem Lande kein Glück mit ihr gemacht haben. Besser wußte siebenzehn Jahre später der Kapitain Savary diese Erfindung zu benutzen, wovon er behauptet, daß er sie selbst gemacht habe. Wirklich wurde eine solche Dampfmaschine bald nachher in den Kornwallschen Bergwerken angelegt, wo sie Wasserpumpen, die das Wasser aus den Gruben emporschaften, in Thätigkeit setzen mußte. Aber sehr unvollkommen war diese Savarysche Dampfmaschine noch.

§. 7.

Eine andere bessere Art von Dampfmaschinen, die unseren jetzigen schon viel näher kam, erfanden zwei englische Wiedertäufer, der Eisenhändler Thomas Newcomen und der Glaser John Cawley. Wirklich mußten diese ums Jahr 1711 den Bau einer solchen Dampfmaschine auf dem Gute eines Herrn Back, nahe bei Birmingham, besorgen.

Bald wurde auch eine solche zu Wolvers-hampton angelegt, so wie im Jahr 1719 eine dritte zu London, am Ufer der Themse. Der Landgraf von Hessen-Cassel ließ die erste Newcomensche Dampfmaschine im Jahr 1722 durch den kaiserlichen Baumeister Fischer von Erlachen erbauen; und im Jahr 1723 wurde eine eben solche Maschine von Potter zu Königsberg in Ungarn angelegt, um damit die Wasser aus den Gruben zu fördern. Zu derselben Zeit verfertigte man eine zu London für die Stadt Toledo in Spanien; und im Jahr 1726 erbaute man wieder eine neben der ersten in London. Engländer legten auch die ersten Dampfmaschinen in Frankreich an, z. B. diejenige zu Fresnes, einem nahe bei Condé liegenden Dorfe. Man benutzte sie damals blos zur Treibung schwerer Pumpwerke, die das Wasser aus Steinkohlengruben und aus andern Minen emporheben mußten.

§. 8.

Die Einrichtung aller dieser ältern Dampf-

maschinen war, der Hauptsache nach, folgende. In einem eingemauerten starken kupfernen, mit fest aufgeschraubtem Deckel versehenen Kessel, unter welchem man stark feuerte, wurde Wasser in Dampf verwandelt. Dieser Dampf wurde durch eine eigne, mit dem Deckel des Kessels verbundene Röhre in einen großen, inwendig genau ausgebohrten, eisernen Cylinder geleitet. In dem Cylinder konnte ein dichter, an die innere Cylinderwand genau anschließender Kolben auf und nieder bewegt werden. Oben in der Mitte des Kolbens war eine starke eiserne Stange (die Kolbenstange) fest, woran eine Kette sich befand, die an das eine Ende eines starken horizontalen Hebels, des Waagbaums oder Balanciers, befestigt war. An dem andern Ende des Waagbaums waren wieder andere herunterwärts hängende Ketten angebracht, mit Pumpenstangen, woran Kolben in Saugpumpen (wie unsere gewöhnlichen Brunnenpumpen) auf und nieder spielen konnten, um das Wasser aus der Tiefe herauf-

zupumpen. Damit aber der Kolben des Haupt-cylinders, in welchen der Dampf treten soll, auf eine gewisse Höhe komme, so wurde derjenige Arm des Waagbaums, von welchem die Pumpenstangen herabhängen, durch aufgesetzte Gewichtkasten schwerer gemacht, als der andere. So entstand auf seiner Seite ein Uebergewicht, wodurch der andere Arm des Waagbaums mit dem daran befestigten Kolben des Hauptcylinders stets auf die gehörige Weite emporgehoben wurde.

Befand sich nun der Kolben des Hauptcylinders ganz unten in diesem Cylinder und es strömten Dämpfe aus dem Kessel an seine unterste Fläche, so trieben sie ihn, mit Beihülfe des beschriebenen Waagbaum-Uebergewichts, in dem Cylinder empor. Hatte er auf diese Art seine höchste Stelle erreicht, so schob eine besondere mechanische Vorrichtung einen Deckel oder Schieber, den sogenannten Regulator, vor die untere Oeffnung der Röhre, welche den Cylinder mit dem Kessel verbindet. Nun konn-

ken weiter keine heiße Dämpfe in den Cylinder kommen. Dieselbe mechanische Vorrichtung öffnete zugleich den Hahn einer unten in den Cylinder tretenden Röhre, durch welche kaltes Wasser in den Cylinder gespritzt wurde. Das Wasser stieß gegen die untere Fläche des Kolbens, fiel in Gestalt eines Regens zurück und verdichtete den Wasserdampf, d. h. verwandelte ihn selbst wieder in Wasser. Es entstand hierdurch ein dampf- und luftleerer Raum in dem Cylinder (weil Wasser, aus Dämpfen entstanden, einen 1500 mal kleinern Raum einnimmt, als die Dämpfe). Wegen dieses leeren Raums wurde der Kolben durch den Druck der äussern Luft sogleich heruntergetrieben. Als dieses geschah, wurde zugleich der Regulator geöffnet und der Hahn, wodurch das Wasser in den Cylinder spritzte, geschlossen. Nun ging dasselbe Spiel von Neuem an, weil der Wasserdampf wieder in den Cylinder hinauftreten, den Kolben wieder emportreiben konnte, u. s. fort.

§. 9.

Eine gar zu kostspielige Feuerung erforderten diese Dampfmaschinen. Denn jede große Dampfmaschine in Kornwallis verbrauchte jährlich für 3000 Pfund Sterlinge (33000 Gulden) Steinkohlen. Man gab sich deswegen alle Mühe, diese Kosten möglichst zu vermindern, namentlich die Hitze in ihrer vollen Kraft anzuwenden, um dadurch Feuerung zu ersparen. Bald vergrößerte man das Feuerbehältniß, bald verkleinerte man es. Man leitete die Flamme, vom Boden des Kessels an, in einer Spirallinie rings um denselben herum; oft ließ man sie noch mittelst einer oder mehrerer Röhren quer durch das darin befindliche Wasser gehen, ehe sie zum Schornstein kam. Man brachte auch wohl zwei Kessel an, damit das Feuer in mehr Berührungspunkten wirken konnte. Endlich baute man sogar ein Wasserbehältniß von Steinen und leitete die Flamme mittelst dreier Röhren hindurch, damit das Wasser desto länger in Hitze erhalten würde. Aber

alle diese Künsteleyen halfen doch nicht besonders.

Viel wesentlicher waren die Verbesserungen, welche seit etlichen 50 Jahren James Watt an den Dampfmaschinen machte. Dieser sehr geschickte schottländische Mechaniker wußte die elastischen Wasserdämpfe in ihrer größten Stärke anzuwenden und bei seiner ersten Maschine unter dem Kolben einen leeren Raum hervorzubringen, der beinahe so vollkommen war, als die torricellische Leere (d. h. als der Raum über dem Quecksilber in der langen Röhre des Barometers). In der Folge gebrauchte Watt den leeren Raum gar nicht mehr, sondern blos Dämpfe mußten den Kolben des Hauptcylinders sowohl hinauf, als hinunter treiben. Es war also da auch kein Hineinspritzen von kaltem Wasser mehr nöthig. Der verbrauchte Dampf wurde nicht in die freie Luft getrieben, sondern durch eigne Röhren in den Condensator (Verdichter) geleitet, d. h. in ein Gefäß mit kaltem Wasser, an welches der Wärmestoff der

Dämpfe abgegeben wurde, und wo diese selbst sich wieder in Wasser verwandelten. Das dadurch nach und nach heiß gewordene Wasser wurde von einer eignen Pumpe (der Heißwasserpumpe) in die Höhe gepumpt und durch eine Röhre nach Erforderniß wieder in den Kessel zurückgeleitet, ohne daß man diesen zu öffnen brauchte. Ueberhaupt verbesserte Watt auch alle übrigen Theile der Dampfmaschine, Waagbaum, Ventile, Dampfkessel, Kolben rc. gar sehr.

§. 10.

Im Jahr 1774 verband sich Watt mit Boulton, der große Eisengießereyen zu Soho besaß; und nun ging es mit den Verbesserungen der Dampfmaschinen noch rascher vorwärts. Viel regelmäßiger und beständiger arbeiteten jetzt die Wattschen Dampfmaschinen, und die Ersparniß der Feuerung betrug bei ihnen wenigstens zwei Drittel im Vergleich mit den frühern Newcomenschen Maschinen. Sie hoben bei einem Centner guter Steinkohlen 24000 Kubikfuß Wasser 24 Fuß hoch. Eine Newco-

mensche Dampfmaschine, deren Hauptcylinder 30 englische Zoll weit und 9 Fuß hoch war, wo der Druck der Luft auf den Kolben 9600 Pfund betrug, schaffte in zwei Pumpenröhren binnen 24 Stunden 115200 Pariser Kubikfuß Wasser, aber mit einem ungeheuren Aufwand von Brennmaterial, empor.

§. 11.

Die alten Newcomenschen Dampfmaschinen hatten eine Kraft von 7 Pfund auf jeden Quadratzoll des Kolbens. Die ersten Watt-Boultonschen hatten eine Kraft von 10½ Pfund auf denselben Quadratzoll. Ein gewisser Hornblower aus Kornwallis verbesserte sie so, daß auf jeden Quadratzoll eine Kraft von 16 Pfund erhalten wurde. Hornblowers Maschine hatte zwei Cylinder. Wenn der Dampf in dem einen Cylinder auf den Kolben gewirkt hatte, so mußte er in den zweiten Cylinder hinüber gehen. Hier that er zu derselben Zeit eine zweite Wirkung, wo neue Dämpfe aus dem Kessel in den ersten Cylinder strömten. Die Dämpfe

wurden so auf das Höchste benutzt. Denn während sie auf den ersten Kolben drückten, so behielten sie noch ihre völlige ausdehnende Kraft (ihre Elasticität). Sobald sie aber angewandt wurden, um auf den zweiten Kolben zu drücken, so wurde ihre Gemeinschaft mit dem Kessel abgeschnitten; es war ihnen blos erlaubt, sich auszudehnen, indem man sie in einen Cylinder von größerm Raumes-Inhalte hineingehen ließ. In demselben Verhältnisse, wie die Elasticität der Dämpfe in diesem geräumigern Cylinder (der natürlich auch einen größern Kolben hatte) abnahm, wirkten sie nun auf eine größere Fläche und zwar wegen der vergrößerten Fläche des Kolbens. Die Wirkung der Dämpfe blieb also dieselbe, obgleich ihre Elasticität vermindert worden war.

Eben dieselben Dämpfe, welche Hornblower auf den zweiten oder großen Kolben wirken ließ, wurden durch eine offene Communikationsröhre bis auf die untere Fläche des kleinen Kolbens hingeführt. So verloren sie,

indem sie zwischen den beiden Kolben schwächer wurden, nichts von ihrer Wirkung auf den größern Kolben; und da der kleinere den Druck der Dämpfe aus dem Kessel von oben erlitt und nicht durch die darunter befindlichen unterstützt werden konnte, so mußten wohl beide Kolben in demselben Augenblicke niedergedrückt, und während ihrem Niedergange mußten die unter dem kleinern Kolben befindlichen Dämpfe herausgestoßen und dem größern Kolben nachzufolgen gezwungen werden. — Die Maschinen des Fox und Lean hatten eine ähnliche Einrichtung.

Watt, Boulton und Hornblower, besonders die beiden ersten verdienten Männer, lieferten nicht blos für England, sondern auch für Frankreich sehr wirksame Dampfmaschinen. Unverdrossen bemühten sie sich noch immer, ihre Maschinen zu vervollkommnen. Deutsche machten die Watt-Boultonschen Maschinen mit Glück nach, vorzüglich der Oberbergrath Bückling, der vor dreissig Jahren eine Dampf-

maschine für das Salzwerk Schönebeck bei Magdeburg (zur Aufförderung der Soole), eine andere zu gleichem Zweck zu Unna in Westphalen und eine dritte zur Aufförderung der Grubenwasser in den Schieferbergwerken bei Hettstädt in der Grafschaft Mansfeld anlegte.

§. 12.

Eine Hauptverbesserung der neuesten Wattschen Dampfmaschine war auch die, daß dasjenige Ventil, welches die Dämpfe über den Kolben ließ, stets so lange offen blieb, bis der Kolben etwa um ein Viertel der Länge des Cylinders hinabgedrückt war. Alsdann schloß es sich, den Dämpfen war der Rückweg in den Kessel versperrt und keine neuen Dämpfe kamen hinzu *). Die eingeschlossenen Dämpfe

*) Ventil überhaupt ist jede in Röhren angebrachte Vorrichtung, wodurch einer (tropfbaren oder elastischen) Flüssigkeit der Durchgang nach einer Richtung gestattet, nach der andern versagt wird. Die vornehmsten Ventile sind Klappenventile, Kegelventile und Kugelventile. Klappenventile (wie man sie gewöhnlich auch bei den mei-

fuhren aber dennoch fort, sich auszudehnen und den Kolben (freilich mit abnehmender Kraft) niederzudrücken. Vermöge dieser Einrichtung hatte man, gegen die frühere, nur den vierten Theil der Dämpfe nöthig, folglich auch einen kleinern Siedekessel und weniger Feuerung. Indessen kam es noch darauf an, daß bei dieser Einrichtung dieselbe Last oder derselbe Widerstand überwunden werden konnte. Daher mußte hier die Größe der Kraft, womit Last oder Widerstand den Kräften der Dämpfe entgegenwirkte, in demselben Grade vermindert werden, wie die

---

sten Brunnenpumpen findet) sind mit einem Gewinde versehene Klappen, ohngefähr, wie der Deckel einer Dose. Kegelventile (wie sie bei Dampfmaschinen am meisten vorkommen) sind abgestutzte, in eben solche Höhlungen passende massive, gewöhnlich messingene Kegel, welche, an einem Stiele sitzend, nach einer Richtung aufgestoßen werden können, nach der andern sich fest zuschließen, indem da der Kegel in die kegelförmige Höhlung genau einpaßt. Kugelventile bestehen aus massiven Kugeln, die in eben so kugelförmige Höhlungen passen und übrigens dieselbe Wirkung haben, wie die Kegelventile.

Kraft der Dämpfe abnahm. Das geschah nun wirklich mittelst einer eignen sehr sinnreichen mechanischen Einrichtung.

Die Steuerung oder derjenige Mechanismus, wodurch die Ventile zur rechten Zeit geöffnet und geschlossen werden, ist nicht immer auf gleiche Art eingerichtet. Je einfacher sie ist, desto besser ist sie. So kann sie z. B. aus einem mit Hebeln versehenen Rahmen bestehen, den ein mit der Kolbenstange des Hauptcylinders in Verbindung gesetzter Schieber so hin und her zieht, daß dadurch zu derselben Zeit ein Paar Ventile geöffnet werden, wo ein anderes Paar sich schließen.

§. 13.

Watt hatte schon dafür gesorgt, daß vermöge einer Kurbel die lothrechte Bewegung der Kolbenstange in eine kreisförmig umlaufende verwandelt wurde. Diese Einrichtung ist zu vielen Zwecken so geblieben, obgleich der Engländer Clegg eine besondere Art von Dampfmaschinen erfand, wobei, ohne Beihülfe der

vertikalen Kolbenstange, eine Kreisbewegung hervorgebracht wurde. Aehnliche Künsteleyen sind in der Folge noch mehrere gemacht worden.

Proberöhren mit Probehahnen befanden sich schon bei der Newcomenschen Maschine, nämlich zwei in den Deckel des Kessels eingelöthete, über dem Deckel mit gewöhnlichen Hahnen versehene messingene Röhren. Die eine davon, die Wasserröhre, reichte mit ihrer untern Mündung so eben in, die andere, die Dampfröhre, so eben über die Oberfläche des in dem Kessel bis zur gehörigen Höhe enthaltenen Wassers. Durch diese Vorrichtung konnte man leicht gewahr werden, ob zu wenig oder zu viel Wasser in dem Kessel enthalten sey. Oeffnete man den Hahn der Wasserröhre, so mußte (durch den Druck der Dämpfe auf die Flüssigkeit) Wasser aus der Röhre herausspritzen; öffnete man den Hahn der Dampfröhre, so mußte Dampf zu derselben herausströmen. Gaben aber beide Röhren Dampf, so war zu wenig Wasser in dem Kes-

sel; gaben beide Röhren Wasser, so enthielt der Kessel zu viel Wasser. — Die Vorrichtung, durch lange hohe Röhren Wasser in den Kessel zu bringen, ohne diesen zu öffnen, machte allerdings einen wesentlichen Theil der Dampfmaschinen-Einrichtung aus.

§. 14.

Der schweizerische Künstler Droz, welcher sich lange in England bei dem berühmten Boulton aufhielt, machte eine Dampfmaschine mit hölzernem Kessel, worin zwei eiserne cylindrische Kessel, einer in dem andern, standen, mit einem Zwischenraume von $\frac{1}{2}$ Fuß zwischen beiden. Der innere Metallkessel stand mit dem 7 Fuß hohen hölzernen so in Verbindung, daß ein Theil Wasser aus diesem in den innersten Kessel dringen, der andere Theil aber zwischen den hölzernen Wänden und den Wänden des äußern eisernen Kessels bleiben konnte. Der zwischen beiden Wasserschichten befindliche Raum wurde mit Feuer angefüllt und dieses wirkte nicht blos auf das Wasser, sondern

erhitzte auch die über der Oberfläche des Wassers erzeugten Dämpfe noch stärker. Ein kleiner, um eine Welle sich drehender Waagbaum (oder horizontaler Hebel) setzte zwei kleine Pumpen in Bewegung, wovon die eine kaltes Wasser in das Condensationsgefäß pumpte, die andere aber erhitztes Wasser aus diesem Behältnisse in die Höhe nach einem Troge brachte.

Unter noch mehreren andern Eigenthümlichkeiten der Drozschen Dampfmaschine zeichnet sich hauptsächlich die folgende aus, welche dient, die Geschwindigkeit der Maschine zu mäßigen. Zwei metallene Kugeln sind an zwei übers Kreuz verbundene Stäbe angebracht, die mit zwei andern Stäben ein rautenförmiges Viereck bilden und sich um eine gemeinschaftliche Axe drehen. Indem nun die Kugeln beim Drehen sich durch die Fliehkraft (Centrifugalkraft) von einander entfernen, und zwar desto mehr, je schneller der Gang der Maschine wird, so dient zugleich dies Entfernen der Kugeln dazu, vermöge besonderer Stäbe und Gabeln ein

Ventil in der Dampf=Zuführungsröhre zu verschließen, und zwar desto mehr und mehr, je mehr die Kugeln sich entfernen. Folglich dient hier der schnelle Gang der Maschine selbst dazu, seine Geschwindigkeit wieder zu verringern.

Besonders einfach und wohlfeil war eine von dem böhmischen Grafen Bucquoi eingerichtete hölzerne Dampfmaschine. Freilich konnte diese nur zu kleinern Zwecken dienen, z. B. zum Bewässern und Entwässern der Wiesen, in Brauereyen, Färbereyen ꝛc.

§. 15.

Dearborn, Cooke, Cartwright, Hase, Nancarrow, Luccok, Street und noch mehrere andere Engländer brachten mancherley neue Einrichtungen von Dampfmaschinen zum Vorschein. Besonders merkwürdig aber war diejenige des Trevithick. Die frühern Maschinen waren immer Dampfmaschinen mit niedrigem Druck, d. h. die Kraft der Dämpfe darin ging nicht viel

über den Druck der Atmosphäre hinaus. Trevithick aber richtete seine Dampfmaschinen so kräftig ein, daß sie dem Druck von zwei, drei, vier und mehr Atmosphären gleich kamen. Mit diesem Druck der Atmosphären hat es folgende Bewandniß. Die Atmosphäre drückt bei uns auf jede bestimmte Fläche so stark, daß dieser Druck gleich ist dem Gewicht einer Quecksilbersäule von einer jener Fläche gleichen Grundfläche und einer der Höhe des Quecksilberstandes im Barometer gleichen Höhe. Das Quecksilber in dem langen Schenkel der Barometer-Röhre wird ja auch durch den Druck der Atmosphäre, welche auf das Quecksilber in dem kurzen offenen Schenkel wirkt, auf dieser Höhe, welche etwa 27 bis 28 Zoll beträgt, erhalten. Man sieht hier deutlich die Stärke des Drucks der Luft an der auf jener Höhe erhaltenen Säule, weil er hier einseitig ist; denn über dem Quecksilber in dem langen Röhren-Schenkel ist nichts (gar keine Luft), was jenem Druck das Gleichgewicht halten könnte. Bei allen

andern Gegenständen, welche mitten in der Luft befindlich, folglich überall von Luft umgeben sind, kann man die Wirkung des Luft-Drucks nicht sehen, weil er hier von allen Seiten gleichförmig balancirt wird. Einseitig muß er immer seyn, wenn er eine bemerkbare Pressung bewirken soll.

So wäre denn nun z. B. der Druck der Luft auf eine Fläche von einem Quadratfuß und bei einem Barometerstande von 28 Zoll dem Gewicht einer Quecksilbersäule von 1 Quadratfuß oder 144 Quadratzoll Grundfläche und 28 Zoll Höhe gleich. Diese Quecksilbersäule betrüge 28 mal 144, d. i. 4032 Kubikzoll. Wüßte man nun das Gewicht eines Kubikzolls Quecksilber, so wüßte man auch das von 4032 Kubikzollen. Ein Kubikzoll Quecksilber wiegt $\frac{11}{20}$ Pfund, folglich wiegen 4032 Kubikzolle 4032 mal $\frac{11}{20}$, d. i. 2217$\frac{3}{5}$ Pfund. Der Druck von zwei Atmosphären ist also doppelt so groß, von drei, vier, fünf ꝛc. Atmosphären drei- vier- fünfmal ꝛc. so groß. So

läßt sich mithin ein solcher Druck immer berechnen und in Pfunden angeben.

Der Kessel, worin Dämpfe von so ungeheurer Kraft entwickelt werden sollten, mußte daher in demselben Verhältniß stärker als ein gewöhnlicher Dampfkessel seyn. Trevithick ließ ihn von dem dicksten Gußeisen machen. Wenn aber ein solcher Kessel einmal sprang, so verbreitete er fürchterliches Unglück um sich her. Leider geschah dies schon öfter bei Dampfwagen und solchen Dampfschiffen, welche Maschinen nach Trevithicks Art, mit sehr hohem Druck, enthielten. Eine viel geringere Gefahr verbreiten blechene Kessel, wenn sie einmal bersten oder springen sollten.

§. 16.

Der Engländer Arthur Woolf fand durch Versuche, daß Wasserdampf von 5 Pfund Kraft auf den Quadratzoll sich bis zum Fünffachen seines Raums, solcher von 6, 7, 8, 9, 10 rc. Pfund Kraft auf den Quadratzoll sich bis zum Sechs, Sieben, Acht, Neun,

Zehnfachen seines Raums ausdehnen könne und dann an drückender Kraft doch noch immer der Atmosphäre gleich sey *). Er benutzte daher bei seiner Dampfmaschine ebenfalls, wie es schon einige seiner Vorgänger gethan hatten, den Dampf zweimal, indem er denjenigen, welcher seine Wirkung schon einmal gethan hatte, zu fernerem Gebrauch in einen andern Cylinder treten ließ. Um aber bei so starkem Dampf Explosionen zu verhüten, so brachte er die zu einer größern ausdehnenden Kraft der Dämpfe erforderliche höhere Temperatur erst dann hervor, nachdem der Dampf schon in den Hauptcylinder der Maschine getreten war. Er umgab nämlich den Cylinder mit einem Gehäuse, worin brennende Materien die gleichförmige Erhitzung des Cylinders bewirken mußten. Dabei wurden denn noch mehrere neue sinnreiche Einrichtungen gemacht, wodurch Woolfs Ma-

*) Von der Kraft der Dämpfe überhaupt wird weiter unten noch besonders in einer eigenen Abtheilung gehandelt.

schinen bedeutende Vorzüge vor den frühern erhielten. Die in den Kornwallschen Bergwerken erbauten Woolfschen Dampfmaschinen sollen über die Hälfte an Brennmaterial weniger verwenden und doch mehr leisten, als die besten Wattschen Maschinen.

§. 17.

Die Dampfmaschine des Engländers Humphrey Edward ist keine mit niedrigem Druck und auch keine mit ganz hohem Druck, sondern sie steht ohngefähr in der Mitte von beiden. Die Dämpfe erreichen darin eine Kraft, die mehreren Atmosphären gleich kommt, und nachdem sie in einem ersten Cylinder mit dieser Spannung (Elasticität oder ausdehnenden Kraft) wirkten, so wurden sie ebenfalls in einen zweiten Cylinder geführt, worin sie gegen den leeren Raum ihre Kraft ausübten. Dazu sind denn wieder manche eigenthümliche Einrichtungen gemacht. Die Franzosen Lejeune und Billard verbesserten diese Edwardsche Dampfmaschine in der Folge noch bedeutend.

§. 18.

Die meiste Aufmerksamkeit unter allen neuern Arten von Dampfmaschinen erregte diejenige des Perkins in London. Ein Cylinder aus Stückgut-Masse, von 3 Zoll Wanddicke und 8 Gallonen (32 Maaß) Wasser enthaltend, ist an beiden Enden, mit Ausnahme von fünf Oeffnungen für Röhren, geschlossen. Er wird, unter dem Namen Erzeuger, in einem walzenförmigen Ofen senkrecht aufgestellt und durch ein Paar von der Maschine in Thätigkeit gesetzte Blasebälge wird die Hitze unterhalten. So empfindet der mit Wasser gefüllte Erzeuger, welcher die Stelle des Dampfkessels vertritt, eine Hitze von 400 bis 500 Graden Fahrenheit (178 bis 222 Graden Reaumür). Die Ventile sind stählerne Cylinder, welche in stählernen Röhren laufen; der eine dieser Cylinder ist mit einer Gewalt von 37, der andere von 35 Atmosphären belastet, so, daß keiner derselben aufsteigen kann, außer wenn die Hitze eine größere Kraft, als der kleinste dieser beiden Drucke erzeugt.

Wird nun mittelst einer, durch die Dampfmaschine selbst in Thätigkeit gesetzten, Druckpumpe Wasser in den Erzeuger getrieben, so muß dieses augenblicklich das mit 35 Atmosphären belastete Ventil öffnen; ein Theil des erhitzten und zusammengedrückten Wassers strömt dann als höchst elastischer, ohngefähr 420 Grad Fahrenheit (187 Grad Reaumür) heißer Dampf heraus. Da nun dieser Dampf mit einer Dampfröhre, die ein sich drehendes Ventil hat, in Verbindung steht, so tritt er in den horizontal liegenden Cylinder und treibt den Kolben desselben, welcher 200 Schläge in der Minute macht. Der Kolben setzt mittelst seiner Stange eine Kurbel in Umdrehung, welche ein Flugrad treibt. Die Stange des Kolbens ist nämlich vermöge eines biegsamen Gelenkes mit einer Art von Schlitten verbunden, der an jedem Ende vier Räder enthält und in einem starken stählernen horizontalen Gehäuse arbeitet. Ist das Abzugs-Ventil geöffnet, so wird der Dampf gleich nach seiner Wirkung auf den

Kolben durch die Abzugsröhre in den Condensator (Verdichter) geleitet, wo er bei einer Temperatur von ohngefähr 320 Graden Fahrenheit (142 Graden Reaumür) und unter einem Drucke von fünf Atmosphären zu Wasser verdichtet wird. Von dort wird er durch eine andere Röhre wieder in die Pumpe gebracht und aus derselben in den Erzeuger getrieben. Auf diese Art bildet er einen vollkommenen Umlauf.

§. 19.

Die Druckpumpe bei Perkins Maschine wirkt mit einer Kraft, welche größer ist, als der Druck von 35 Atmosphären. Wird also das von dem Verdichter aufgenommene Wasser in den Erzeuger getrieben, so muß es so viel Wasser aus demselben heraustreiben, als seinem Volumen selbst gleich ist. Dieses verwandelt sich sogleich in einen höchst elastischen Dampf. Die Druckpumpe ist zugleich so eingerichtet, daß sie mit ununterbrochener Kraft fortwirkt; das aus dem Erzeuger getriebene

Wasser muß daher in einem ununterbrochenem Strome fortgehen und dadurch muß Dampf von immer gleicher Elasticität herbeigeführt werden.

Die Bewegung der Maschine wird nun durch den Unterschied der Elasticität zwischen dem Drucke des Dampfs auf die eine und demjenigen auf die andere Seite des Kolbens hervorgebracht. Im ersten Falle wirkt der neu erzeugte Dampf mit einer Kraft von 500 Pfund auf den Quadratzoll, während er auf der schwächern, mit dem Condensator in Verbindung stehenden Seite nur mit einer Kraft von 430 Pfund wirkt, so daß der Unterschied, oder die dadurch eigentlich gewonnene Kraft, nur 70 Pfund beträgt.

Befindet sich zu viel Wasser in dem Erzeuger, entweder weil die Druckpumpe zu stark wirkt, oder die Hitze zu heftig ist, so entweicht das Wasser durch eine oben mit einem Ventil versehene Röhre und geht so in den Verdichter über. Dieses Ventil ist mit einem Drucke von 37 Atmosphären belastet.

§. 20.

Der Gefahr des Zerspringens soll diese Dampfmaschine aus folgendem Grunde nicht ausgesetzt seyn. Zuerst hat sie keinen solchen Dampfbehälter, welcher der ausdehnenden Kraft des Dampfes eine große Fläche darböte, wie dies bei den gewöhnlichen Dampfmaschinen mit hohem Druck der Fall ist; und dann wird hier der Dampf nur in einer solchen Menge erzeugt, wie man ihn eben zur Hervorbringung eines jeden Kolben-Schlages braucht. Die Quelle der gewöhnlicheu Berstungsgefahr existirte hier also nicht. Dazu soll die Abzugsröhre, worin der Dampf wirklich gebildet wird, so stark seyn, daß sie eine innere Kraft von 4000 Pfund auf den Quadratzoll auszuhalten vermag. Sie wäre also achtmal stärker, als der wirkliche Druck, den sie zu erleiden hat, weil dieser 500 Pfund auf den Quadratzoll beträgt. Außer diesem großen Uebermaaß von Stärke soll noch mehr Sicherheit durch eine Röhre mit einem dünnen kupfernen Sicher-

heitssacke bewirkt werden, welcher bersten muß, sobald ein Druck von 1000 Pfund auf den Quadratzoll entsteht. Dieses Bersten schadet den umstehenden Menschen nicht; es ist, als wenn Papier einen Riß bekommt. Die Sicherheitsröhre steht auch mit einem Zeiger in Verbindung, der durch eine schickliche Vorrichtung über einem Zifferblatte den Druck oder die Zahl der Atmosphären andeutet, mit welchem die Maschine arbeitet.

Eine solche Dampfmaschine ist in Perkins Manufaktur im Gange. Man schätzt diese der Kraft von 10 Pferden gleich, und doch hat ihr Cylinder nicht mehr als 2 Zoll im Durchmesser, ist nur 18 Zoll lang und der Kolben darin hat nur einen Hub von 12 Zoll. Die ganze Maschine nimmt blos einen Raum von 6 Fuß Höhe und 8 Fuß Länge ein. Wenn sie im stärksten Gange ist, so verbraucht sie des Tages nur zwei Buschel (englische Scheffel) Steinkohlen.

§. 21.

Das gewöhnliche, schon bei äl... Dampf-

maschinen angewandte Mittel, den Dampfkessel vor dem Zersprengen zu sichern, sind die Sicherheitsventile, welche sich in dem fest aufgeschraubten Deckel befinden. Meistens sind die Sicherheitsventile kleine Kegelventile, entweder unmittelbar oder vermöge eines Hebels (ähnlich der Schnellwaage) mit Gewichten belastet, wodurch sie etwas stärker in die Ventilöffnung gedrückt werden, als der Druck der Dämpfe von Innen nach Außen ist. Werden nun die Dämpfe im Kessel ungewöhnlich stark, so überwältigen sie jene Ventil-Gewichte, heben die Ventile in die Höhe und so viele von ihnen strömen dann durch die Ventilöffnung heraus, bis die zurückgebliebenen schwächer geworden sind und das Gleichgewicht zwischen Ventil und Dämpfen wieder hergestellt worden ist. — Hat der Deckel nicht ein, sondern ein Paar gute Sicherheitsventile, und ist die Dampfmaschine nur sonst gut und aus den besten Materialien gebaut, so ist es fast nicht möglich, daß ein Zersprengen bei ihr statt finden kann.

Man hat auch wohl, um das Unglück des Kessel-Zersprengens ganz und gar zu verhüten, mehrere Löcher in den Deckel des Kessels gebohrt und mit einem leichtflüssigen Metalle (z. B. einer Composition aus Bley, Zinn und Wismuth) Zapfen in diese Löcher gelöthet. Werden nun die Dämpfe im Kessel zu sehr verdichtet, folglich auch zu heiß, so schmelzen sie das Loth jener Zapfen, werfen diese heraus und strömen aus dem Kessel ins Freie. Natürlich hat dann vorerst auch das ganze Spiel der Maschine ein Ende.

§. 22.

Auch Dampfmaschinen mit hohem Druck ohne Kessel hat man in der neuern Zeit zu bauen gesucht. Der Erfinder derselben ist der Engländer Clark. Die Stelle des Kessels ersetzen da mehrere gehörig mit einander verbundene Röhren. Ein solches Röhrensystem nimmt weniger Raum ein, braucht weniger Wasser, bietet dem Feuer eine verhältnißmäßig größere erhitzte Oberfläche dar und gewährt eine viel grö-

ßere Sicherheit gegen das Zerspringen, als der allerstärkste Dampfkessel. Der Kolben dieser Dampfmaschine hat nicht die gewöhnliche Liederung von Hanf, sondern er schließt mittelst zweckmäßig eingerichteter Stahlfeder genau an die innere Cylinderwand. Dadurch wird mehr Dauerhaftigkeit und weniger Reibung bewirkt.

Ganz besonders einfach ist eine Dampfmaschine, die weder Ventile noch Hahnen hat, wodurch sonst die Dampfzuführungs- und Dampfabführungsröhren zu rechter Zeit geöffnet und geschlossen werden, sondern einen eignen, durch Seitenröhren mit dem Hauptcylinder verbundenen, gleichlaufenden engen Cylinder, in welchem eine Stange mit zwei daran sitzenden Kolben auf und nieder spielen kann. Die Kolbenstange des Hauptcylinders setzt die Stange des engen Cylinders so in Thätigkeit, daß die beiden Kolben dieser Stange das abwechselnde Oeffnen und Schließen der Dampfzuführungs- und Dampfabführungsröhren verrichten müssen, indem ein oben an der Kolben-

stange des Hauptcylinders befindlicher Arm, welcher nach der Kolbenstange des engen Cylinders hin reicht, beim Auf- und Niederbewegen ein Paar Hervorragungen dieser Kolbenstange trifft, daran sie abwechselnd auf und nieder zieht und so macht, daß die Kolben dieser Stange abwechselnd Röhren versperren oder öffnen.

§. 23.

Nach allem diesem muß man gestehen, daß die Dampfmaschinen heutiges Tages auf eine Stufe von Vollkommenheit gebracht worden sind, wovon man glauben sollte, daß sie nicht höher steigen könnten. Und doch ist es sehr wohl möglich, daß man noch sehr wesentliche Vervollkommnungen mit ihnen vornehmen werde.

England ist und bleibt wohl auch immer das wahre Land der Dampfmaschinen. Man hat berechnet, daß die Kraft aller auf dieser Insel im Gange befindlichen Dampfmaschinen gleich ist einer Kraft von 320,000 Pferden, die, während 24 Stunden, eine Last von ei-

ner Billion, sieben hundert und fünf und dreissig tausend Millionen und sechsmalhundert tausend Pfund heben. — Diese Pferde-Kräfte sind gleich den Kräften von 1 Million und 920,000 Menschen. Da nun alle diese Dampfmaschinen zur Bedienung 36,000 Menschen gebrauchen, so spart England dadurch 1 Million und 884,000 Menschen.

Von der ungeheuren Wirkung einer Dampfmaschine kann man sich schon einen Begriff machen, wenn man weiß, daß bei einem Scheffel Steinkohlen, der darin verbrannt wird, die Dampfmaschine des Fabrikanten Boulton in Birmingham 30 Millionen Pfund Wasser einen Fuß hoch, oder 3 Millionen Pfund Wasser zehn Fuß hoch, oder 300,000 Pfund hundert Fuß hoch emporhebt. Ein Scheffel (etwas mehr als ein Drittel des würtembergischen Scheffels) Steinkohlen leistet auf einer solchen Maschine so viel, als zehn starke Pferde in einer Stunde können. — Ein noch

merkwürdigeres Beispiel von der ausserordentlich großen Wirkung der Dampfmaschinen kommt in der folgenden Abtheilung (§. 25.) vor.

Eigne Dampfmaschinen-Fabriken, worin Dampfmaschinen zu vielfältigem Gebrauch in bedeutender Anzahl verfertigt werden, giebt es in England mehrere. Die berühmteste darunter ist diejenige von Boulton. Auch Deutschland hat dergleichen schon, z. B. in Berlin.

Zweite Abtheilung.

Geschichte der vielfältigen Anwendungen der Dampfmaschinen zur Betreibung anderer Maschinen.

§. 24.

Die erste Anwendung, welche man von den Dampfmaschinen machte, war wohl zur Betreibung der Pumpen in Bergwerken, um dadurch die Grubenwasser in die Höhe zu schaffen oder zu Tage zu fördern. Sehr viele Pumpen gehören dazu, um sehr viel Wasser aus den Gruben zu bringen. Sollten die Pumpen von Menschen betrieben werden, welche man an den einzelnen Pumpen anstellte, wie viele Menschen würden dazu gehören! Sollten die Pumpen von außen her, vermöge eines Zwischenmittels (vermöge einer Stangenkunst), durch Pferde in Thätigkeit gesetzt werden, so würden auch nicht wenige Pferde dazu nöthig

seyn. Fließendes Wasser, zur Betreibung der Pumpen mittelst oberschlächtiger oder unterschlächtiger Wasserräder, ist nicht immer da, wo man es gern haben möchte; und wenn es da ist, so hat man zur Fortpflanzung seiner Bewegung oft eine sehr lange Stangenkunst nöthig. Der Wind war eine zu unstete Kraft, als daß man sich darauf verlassen konnte. Wie einfach und bequem war es dagegen, wenn man eine Dampfmaschine von sehr starker Kraft in der Grube anbringen konnte, welche mittelst des Waagbaums und eines kleinern Gestänges oft eine bedeutende Anzahl Pumpen in Thätigkeit brachte!

Nun gab es aber auch Fälle, wo man gar nicht im Stande gewesen wäre, ohne Dampfmaschinen Wasser aus den Gruben zu schaffen. So giebt es in Schottland Steinkohlenbergwerke, welche sich meilenweit unter der See hin forterstrecken. Man kann denken, welch' einen künstlichen Grundbau Gruben erfordern, die unter dem Boden der See hinlaufen. Man

kann aber auch denken, daß immrr sehr viel Wasser durch den Boden der See hindurchsickert, welches stets aus den Gruben wieder heraus-geschafft werden muß, wenn Menschen darin leben und arbeiten sollen. An Anwendung von Wasserrädern, von Windflügeln und von Pferden zur Betreibung der unzählig vielen unterirdischen Wasserpumpen war hier nicht zu denken. Und wenn man auch das Herauspumpen des Grubenwassers hätte wollen durch Menschenhände verrichten lassen, so hätten die Menschen dazu in den Gruben nicht alle Platz gehabt. Man nahm daher zu Dampfmaschinen seine Zuflucht, welche man in den Gruben anbrachte. Diese hatten denn auch alle zu ihrer Betreibung nöthige Mittel, Wasser und Brennmaterial (Steinkohlen), gleich bei sich. Fröhlich oder doch ruhig arbeiteten nun oft die Bergleute in den Gruben unter der See, während Schiffe über ihren Köpfen dahin flogen, auch wohl Stürme Schiffe über ihnen zertrümmerten und alles darauf mit Maus und Mann ertrank.

§. 25.

Bei Redruth in Kornwallis wurden vor ein Paar Jahren wahrhaft riesenhafte Dampfmaschinen erbaut, wohl die größten, die bis jetzt existirten. Sie mußten fünf Kupfergruben retten, worin wegen des gar zu häufigen Grubenwassers Niemand mehr arbeiten konnte. Die Strecke unter der Erde, welche trocken gelegt werden sollte, betrug eine englische Meile (¼ deutsche) in der Länge und ohngefähr 130 Lachter (910 Fuß) in der Tiefe. Um diesen ungeheuren Raum trocken zu halten und noch mehr abtiefen (abteufen) zu können, brachte Arthur Woolf drei Dampfmaschinen in den Bergwerken an. Die eine, am westlichen Ende dieser Strecke, hat einen Cylinder von 70 Zoll im Durchmesser und treibt Pumpen in einer Tiefe von 70 Lachtern (490 Fuß); die andere ist in der Mitte und die dritte am östlichen Ende angebracht. Die beiden letztern haben Cylinder von 90 Zoll im Durchmesser; ihre Kolben steigen bei jedem Schlage 10 Fuß tief

in den Cylindern, und der Mittelpunkt des Waagbaums ist so befestigt, daß die Pumpenstangen in den Pumpenröhren einen Hub von 8 Fuß haben. So müssen sie, bei dem gewöhnlichen Drucke, eine Last von 85,000 Pfund überwältigen. Die Maschinen sind Hochdruckmaschinen und jede derselben hat sechs Kessel von geschlagenem Eisen. Drei Kessel sind so mit einander verbunden, daß sie mit zwei Feuern geheitzt werden können; sie reichen hin, um die Maschine in Thätigkeit zu setzen. Die drei andern dienen nur als Aushülfe, wenn die drei vorigen gereinigt oder ausgebessert werden müssen.

An Größe und an Kraft übertreffen diese ungeheuren Maschinen alle bisher erbaute Dampfmaschinen. Sie sind wunderschön gebaut, arbeiten ohne alle Erschütterung und haben oft Tagelang 12 bis 13 Schläge in einer Minute so gleichförmig geführt, als ob ein Schwungrad sie in Bewegung setzte. Die erstere dieser Maschinen brauchte in 35 Tagen 3800 englische

Scheffel Steinkohlen (also täglich 111 Scheffel), und für jeden Scheffel Kohlen hob sie 38 Millionen und 500,000 Pfund Wasser. Der Cylinder dieser Maschine wiegt, ohne Deckel und Bodenstück, 12½ Tonne (25,000 englische Pfund), und steckt in einem Gehäuse von noch größerm Umfange. Der Waagbaum mit Zugehör wiegt beinahe 25 Tonnen (50,000 Pfund). Die Pumpenstangen, welche in dem Schachte auf und nieder spielen, sind die stärksten Mastbäume, welche man in England auftreiben konnte. Das Ganze wiegt, mit allen übrigen Verbindungsapparaten von Eisen, gegen 40 Tonnen (80,000 Pfund). Rechnet man hierzu das Gewicht der Wassersäule und des halben Waagbaums, so kommen beinahe 100 Tonnen (200,000 Pfund) auf den einen Arm des Hebels, folglich ein gleich starkes Gegengewicht auf den andern. Der Kolben durchläuft hier nicht selten 240 Fuß in jeder Minute. Diese Geschwindigkeit theilt er der übrigen ungeheuren Masse mit.

§. 26.

Nicht blos zum Wasserheben in Bergwerken, sondern auch zum Emporschaffen einer großen Wassermenge für andere Zwecke sind die Dampfmaschinen angewandt worden. So hat man sie z. B. auf Salzwerken gebraucht, um die Soole (das Salzwasser) aus den Salzbrunnen heraus und oben auf die Gradirhäuser zu schaffen. Sie mußten da nämlich, wie auf dem Salzwerke zu Schönebeck bei Magdeburg, nicht blos eine bedeutende Anzahl Saugpumpen (gewöhnliche Brunnenpumpen), sondern auch Druckwerke oder Druckpumpen, ähnlich unseren Feuerspritzen, die eine große Wassermenge in ununterbrochenem Strahle forttreiben, in Thätigkeit setzen.

Um in Städte, die in einem weiten Thale liegen, Wasser durch Röhren leiten zu können, legt man oft Wasserkünste an, d. h. große sehr wirksame Druckpumpen, welche Wasser aus Flüssen oder tief liegenden Gründen in ein großes hoch liegendes Behältniß pumpen müs-

sen, von welchem aus Röhren in die Stadt geleitet werden. Anstatt die Pumpen durch Wasserräder oder durch Pferde, oder durch Windflügel in Bewegung zu setzen, hat man schon Dampfmaschinen angelegt, die jene Wirkung der Pumpen sehr rasch ins Werk setzen.

§. 27.

Wir wissen es schon, daß Watt bereits die Bewegung des Waagbaums einer Kurbel so mitzutheilen verstand, daß diese dadurch in der Runde herumgetrieben wurde. Steckte nun die Kurbel in der Axe eines Wellbaums, so mußte auch dieser um seine Axe sich drehen. Dasselbe mußte nothwendig auch das Rad thun, welches an dem Wellbaume befestigt war. Griff dieses in ein Getriebe, mit welchem noch andere gezahnte Räder in Verbindung standen, so mußte wohl durch das Spiel der Dampfmaschine das ganze Räderwerk in Bewegung kommen und konnte also auch andere mit dem Räderwerke verbundene Theile, z. B. Mühl-

steine, Stampfer, Sägen, Bohrer, Walzen u. dgl. in Thätigkeit setzen.

So war es wohl nicht zu verwundern, daß man daran dachte, die Dampfmaschinen zur Betreibung von Getraidemühlen (Mehlmühlen und Schrotmühlen) anzuwenden. Schon vor ein Paar Dutzend Jahren legte man in London, mit 60,000 Pfund Sterlingen Kosten, eine Mehlmühle mit zwanzig Gängen an, welche durch zwei Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt wurde. Eigentlich waren es zwei Mühlen in einem Hause, deren jede ihre Dampfmaschine hatte. Der große von der Maschine zum Auf- und Niedergehen gebrachte Waagbaum trieb mit dem von der Dampfmaschine abgekehrten Ende eine starke Stange (eine Leitstange, Lenkstange) auf und nieder. Diese führte durch eine Kurbel eine Welle mit einem Rade herum, welches in zwei andere Räder, auf jeder Seite in eins, eingriff. Jedes Rad trieb eine starke Welle und mit dieser fünf Kammräder herum, deren je-

des seinen Mühlstein in Bewegung setzte. Denn jedes Kammrad griff in ein stehendes Getriebe, dessen Welle, als Mühleisen, fest auf sich einen sogenannten Läufer über dem Bodensteine enthielt. — Vor mehreren Jahren wurde diese Mühle durch Brand zu Grunde gerichtet und nicht wieder aufgebaut, weil man vermuthete, daß sie von bösen Leuten aus Neid angezündet geworden sey. An der Themse war sie blos deswegen angelegt, weil man auf diesem Strome Steinkohlen und Korn leicht herbeiführen, so wie das Mehl leicht darauf abführen konnte. Außerdem wäre jeder andere Platz, wo nur Wasser befindlich, eben so anwendbar gewesen.

Zu Paris, auf der Schwaneninsel, wurden ebenfalls Dampfmaschinen zur Betreibung von Getraidemühlen und zwar von den Gebrüdern Perrier angelegt. In Deutschland baute man bis jetzt nur selten Dampfmaschinen zur Betreibung von Getraidemühlen; in Schweden findet man sie schon häufiger. Wo man fließendes Wasser hat, wird man dieses frei-

lich schon wegen seiner Wohlfeilheit allen andern bewegenden Kräften vorziehen. Dampfmaschinen erfordern doch immer eine bedeutende Feuerung, die in unserm Vaterlande nur selten ohne Kostspieligkeit zu erhalten ist. Sehr wünschenswerth wäre es freilich, wenn man da, wo es an fließendem Wasser fehlt, statt der Thiermühlen und Handmühlen, Dampfmühlen von ein Paar Gängen, auch wohl nur kleine Dampfmühlen mit einem Gange, anlegen könnte.

§. 28.

Werden Däumlinge (Wellfüße, Wellzapfen, Hebezapfen) an einer auf obige Art (§. 27.) durch die Dampfmaschine umgetriebenen Welle vertheilt, so können diese die gleichlaufend mit der Welle vor ihnen liegenden Stampfer an den in ihnen befestigten Hebelatten emporheben, wie bei Oehlmühlen, Lohmühlen, Pulvermühlen, Pochwerken 2c. So ist es nun wieder leicht einzusehen, auf welche Art Dampfmaschinen zur Betreibung

solcher Stampfwerke oder Stampfmühlen gebraucht werden können, wie es seit mehreren Jahren in England so häufig geschieht. Es können aber auch Hämmer seyn, die von den Däumlingen der umlaufenden Welle emporgehoben werden, damit sie auf mancherley zu verarbeitende Körper mit Gewalt wieder niederfallen, wie bei Papiermühlen, Walkmühlen, Schmiedewerken und andern Arten von Hammerwerken. Auch zu diesem Zweck gebraucht man, vornehmlich in England, die Dampfmaschinen sehr oft. Auf Schmelzhütten und Schmiedewerken setzen sie durch ähnliche Mittel auch Blasebälge in Thätigkeit. Bei den englischen Cylindergebläsen bewegen sie an Stangen Kolben auf und nieder, wie in Pumpwerken. Diese Anwendung ist gleichfalls schon einige Dutzend Jahre alt.

§. 29.

Zur Betreibung der Sägemühlen haben sich die Dampfmaschinen schon längst sehr

wirksam gezeigt. Eine einzige Dampfmaschine, welche die Kraft von einigen Pferden hat, zerschneidet schon Bäume auf einmal in mehrere Breter. Bei dieser Anwendung der Dampfmaschinen kommt es darauf an, eine Kurbel in die Axe einer umlaufenden Welle zu bringen und von dem Griffe der Kurbel eine Stange (die Lenkstange oder den Leitarm) nach dem Sägerahmen, worin die Sägeblätter eingespannt sind, hinzuführen. Dreht sich nun die Kurbel um, so steigt dadurch die Lenkstange, folglich auch der Sägerahmen mit den Sägeblättern, auf und nieder. Auf die gewöhnliche Art (wie bei den Wasser- und Wind-Sägemühlen) wird durch das Auf- und Niederbewegen des Sägerahmens, vermöge der Stoßstange und Sperrklaue, des Sperrrades, des damit verbundenen Getriebes und der gezahnten Unterfläche des Klotzwagens oder Schlittens, in dessen Zähne das Getriebe eingreift, dieser Schlitten mit dem darauf festgeklammerten zu durchsägenden Baume den Sägeblättern entgegen getrieben.

§. 30.

Was das Entgegenrücken des zu verarbeitenden Körpers oder das allmälige Vorwärtsbewegen desselben betrifft, so hat darin die Bohrmühle (Holzbohrmühle, Flintenbohrmühle, Kanonenbohrmühle) mit der Sägemühle Aehnlichkeit. Entweder rückt aber der zu bohrende Körper dem an einer umlaufenden Welle fest sitzenden Bohrer, oder es rückt der Bohrer dem mit einer Welle umlaufenden zu durchbohrenden Körper entgegen. Ersteres pflegt bei Holzbohrmühlen (Röhrbohrmühlen), letzteres bei Flintenbohrmühlen und horizontalen Kanonenbohrmühlen der Fall zu seyn. In den Kanonenbohrmühlen läßt man die Kanonen schon deswegen umlaufen, um sie von Außen auf ähnliche Art abdrehen zu können, wie der Drechsler seine Sachen zwischen der Drehbank abdreht. Dampfmaschinen treiben auf die schon bekannte Art Wellen um, und von solchen umlaufenden Wellen wird die Bewegung der übrigen Theile durch Kurbeln, He-

bel (auch Winkelhebel) und Stangen weiter fortgeleitet.

Schleifmühlen, z. B. in Spiegelfabriken zum Schleifen der Spiegelgläser, und in Gewehrfabriken zum Schleifen der Gewehrläufe, der Bajonnette und Säbel, werden schon seit mehreren Jahren gleichfalls durch Dampfmaschinen in Thätigkeit gesetzt, indem die Dampfmaschinen mittelst Kurbeln und Lenkstangen auf diejenigen Theile hinwirken, welche sich bewegen sollen, z. B. auf die an Wellen sitzenden Schleifsteine und Polirscheiben.

§. 31.

In Steingutfabriken, in Fajance- und Porcellanfabriken muß die Dampfmaschine, welche in diesen Anstalten, sowohl in England, als auch hin und wieder in Deutschland und in mehreren andern Ländern, schon seit ein Paar Dutzend Jahren die bewegende Kraft ausmacht, mancherley Theile in Thätigkeit setzen, z. B. Stampfer und Walzen zum Zerkleinern der Materialien, quirlartige Rühr-

vorrichtungen zum Untereinandermengen der Materialien, Töpferscheiben und Drehbänke zum Runddrehen und Scharfdrehen der Waaren aus der Masse, u. dgl. Es kommt hier hauptsächlich darauf an, daß Wellen in Umlauf kommen, die dann auf die bewußte Art wieder andere Theile bewegen.

Noch mehr Maschinerien findet man in Papiermühlen, die gleichfalls schon, wenigstens in England, insgesammt durch Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt werden. Die Sieb- und Waschmaschine (deren Hauptheile große an Wellen steckende gitterartige Walzen sind) muß dadurch in Umlauf gebracht, Lumpenschneider (Lumpenschneidemaschine), Geschirr, Holländer, Rechen, Wasserpumpen und andere Maschinerien (gewöhnlich auch Presse und Glättmaschine) müssen dadurch betrieben werden. Bei dem Lumpenschneider muß ein Messer an der Schneide eines unbeweglichen in einen Klotz befestigten Messers, mittelst Kurbel und Lenkstange, stets auf und nieder bewegt und

eine gefurchte Walze, die in dem Lumpenkasten die Lumpen vorwärts schieben soll, durch Sperrrad und Sperrklaue langsam umgedreht werden. Bei dem Geschirr werden eine Anzahl Hämmer, welche die Lumpen in Gruben oder Löchern zermalmen sollen, durch Däumlinge einer umlaufenden Welle in Aktivität gesetzt. Bei dem Holländer, zum ganz feinen Zerfasern der Lumpen, wird eine mit vielen Messern besetzte Walze (die Holländerwalze) in einem gleichfalls mit Messern besetzten Troge, welcher die durch das Geschirr schon vorläufig zerkleinerte Lumpenmasse enthält, in schnellen Umlauf gebracht. Bei dem Rechen wird die fein zerfaserte Lumpenmasse mit Wasser zusammengerührt, indem der viele Zacken enthaltende Rechen in dem Rechenkasten, mittelst Kurbel, Lenkstange und Winkelhebel, stets hin und her gezogen wird. Die Wasserpumpen, zum Hinpumpen des Wassers in die Gruben des Geschirrs, in den Holländertrog und in den Rechenkasten, werden durch einen horizontalen He-

bel oder durch ein Kunstkreuz, von dessen Armen die Pumpenstangen herabhängen, getrieben u. s. w. Alle diese Maschinerien verdanken der Dampfmaschine ihre Bewegung. Ist nun gar noch eine Presse zum Pressen der Papierbögen und eine Walzen-Glättmaschine zum Glätten des Papiers dabei, so muß die Dampfmaschine, vermöge eines Räderwerks, auch noch die Preßspindel umdrehen und die blanken stählernen Glättwalzen um ihre Axe treiben.

§. 32.

In den englischen Münzen setzt die Dampfmaschine alle Münzmaschinen auf das Kräftigste in Thätigkeit: die Streck- oder Walzmaschine zum Strecken und Glätten des zu vermünzenden Metalls (aus umlaufenden blanken stählernen Walzen bestehend, welche die Metallstangen zwischen sich hindurch zwängen); die Ausstückelungsmaschine oder den Durchschnitt, wodurch aus dem Metallblech schnell lauter kreisrunde Platten geschlagen werden; die Münzpresse, welche den Münzplatten das

Gepräge giebt; die Rändelmaschine, welche den geprägten Münzen den bunten Rand oder auch die Randschriften giebt; u. s. w.

Vor beinahe vierzig Jahren schon erfanden Droz und Boulton zu Birmingham ein ungemein kräftiges und künstliches Münzwerk, welches eine Dampfmaschine in Thätigkeit erhielt. Die verschiedenen Münzmaschinen werden dadurch mehrfach betrieben. So sind allein acht Münzpressen dabei, welche das Prägen auf das Allergenaueste und Schärfste verrichten. Die Maschine legt sogar von selbst die runden Münzplatten auf den Prägeklotz, und in dem Augenblicke, wo sie geprägt sind, machen sie sogleich frischen Platten Platz. Alle acht Pressen liefern in der Stunde 31200 Pence; oder 46,560 Farthingsstücke, oder auch 30,000 Guineen. Blos zur Aufsicht sind Knaben von 13 bis 14 Jahren dabei. Die so geprägten Münzen sind ganz vollkommen kreisrund, und ihre Inschrift kann theils erhaben, theils vertieft dargestellt werden. Die Anzahl

der geprägten Münzen giebt die Maschine jedesmal von selbst an. Da das ganze Münzwerk sehr kostspielig ist, so kann es da, wo man blos mit ihm münzt, am besten gegen das Falschmünzen sichern; denn die darauf geprägten Münzen unterscheiden sich gleich beim ersten Anblick durch ausserordentliche Genauigkeit, Schärfe und Schönheit von allen übrigen auf gewöhnlichen Münzwerken geprägten Münzen.

§. 33.

Bald nach Arkwrights Erfindung der Krempel- u. Spinnmaschinen zu Baumwolle und Schaafwolle, im Jahr 1775, wurde auch in vielen Baumwollen- und Wollenmanufakturen Englands die Dampfmaschine zur Bewegung dieser Maschinen und mancher da vorkommenden Neben-Maschinen angewandt. Die Krempelmaschine besteht in der Hauptsache aus mehreren nicht schnell umlaufenden Walzen, auf deren Oberfläche feine Drahthäkchen

befestigt sind, welche die Baumwolle oder Schaafwolle krempeln, streichen oder auflockern, indem die in einander gehenden Häkchen der Walzen das Material aufnehmen und zwischen sich hindurchführen. Die Spinnmaschinen, wovon mehrere Arten eine der andern vorarbeiten, bestehen in der Hauptsache gleichfalls aus Walzen, aber aus vielen dünnen neben und über einander liegenden gekerbten oder gereiften stählernen Walzen, die mit verschiedener Geschwindigkeit umlaufen und das zwischen sie gebrachte Material strecken oder ausdehnen, sodann aus Spindeln mit Spuhlen, welche den Faden ordentlich zusammendrehen, in Garn verwandeln und auf sich wickeln. Alle diese und manche andere noch dazu gehörige Theile durch die Dampfmaschine in Thätigkeit zu setzen, ging nach den frühern Erklärungen gar wohl an. — Eine einzige Dampfmaschine treibt, außer den Krempelwalzen, oft 1000 bis 1500 Spindeln mit den zugehörigen Walzen. In mehreren deutschen Baumwollen- und Wollenmanu-

fakturen werden die Dampfmaschinen gleichfalls als bewegende Kraft benutzt.

§. 34.

In mehreren großen Manufakturen muß die Dampfmaschine sogar eine bedeutende Anzahl Weberstühle (sogenannte selbstwebende Stühle oder Webemaschinen) in Bewegung setzen. Da muß sie durch Hülfe von hin und her schiebenden Kurbeln, durch umlaufende Wellen mit Däumlingen und mit Sperrrädern, durch umtreibende elliptische (eccentrische) Scheiben und andere ähnliche Theile die Schäfte ziehen, den Schützen durch die sich durchkreuzenden Kettenfäden werfen, die Lade anschlagen, den fertig gewebten Theil des Zeuges beständig um den Zeugbaum wickeln u. dgl. Hier ist wirklich die Fortpflanzung ihrer Bewegung mit gar vieler Kunst verbunden.

So ist es auch mit ihrer Anwendung auf Scheermaschinen, welche auf den Scheertischen Tuch scheeren, wobei die Scheere sich stets öffnet und schließt und auf dem straffen

Tuche gleichmäßig weiter rückt. Zur Betreibung der Hämmer einer Walkmühle, vermöge einer umlaufenden mit Däumlingen besetzten Welle, und einer Walzen-Glättmaschine ist der Mechanismus der gewöhnliche einfache mit Lenkstange und Kurbel.

§. 35.

Der Engländer Keane Fitzgerald benutzte die Dampfmaschine zuerst zur Bewegung der Luftwechselmaschinen oder Wettermaschinen, d. h. derjenigen Maschinen, welche in Bergwerken und andern Gruben die schlechte Luft (meistens durch Saugen) herausziehen und frische Luft (gewöhnlich durch Druckwerke und Windwerke) hineinschaffen müssen.

Selbst zum Zerkleinern der Steine auf Straßen gebraucht man jetzt die Dampfmaschine als bewegende Kraft. Zwei parallel in einer Entfernung von 1 Zoll horizontal neben einander liegende gefurchte eiserne Walzen werden durch die Dampfmaschine in Umdrehung gebracht. Die Steine, welche zerkleinert

werden sollen, fallen durch eine Art Rumpf oder Trichter zwischen die Walzen. Die Dampfmaschine, welche sie bewegt, ist eine der kleinsten Art, von der Kraft eines Pferdes, nach einer einfachen Einrichtung des Kay und Routledge.

Engländer wandten die Dampfmaschine auch zuerst bei der Buchdruckerei an, um dadurch ihre Druckerpressen, und zwar mittelst Walzen, in Thätigkeit zu setzen. Auch der Franzose Sellique brachte im Jahr 1824 solche sehr wirksame Dampf-Druckpressen zum Vorschein; und gleichzeitig mit Frankreich legte der Freiherr Cotta von Cottendorf eine Dampfmaschinen-Druckerei in Augsburg an.

§. 36.

In allen großen Bierbrauereyen Londons befinden sich jetzt Dampfmaschinen, welche alle die Arbeiten verrichten, wozu man sonst sehr viele Menschen und Pferde nöthig hatte. Sie müssen da unter andern Pumpen betreiben, welche das Wasser zum Einweichen

des Getraides, zum Maischen oder Extrahiren des Malzschrots ꝛc. in die Höhe schaffen; sie müssen die Malzmühlen (die Mühlen zum Schroten des Malzes) in Thätigkeit setzen; sie müssen die Archimedischen Wasserschnecken umdrehen, wodurch Malz und Malzschrot in die Höhe gebracht wird; sie müssen die Rührvorrichtungen in den großen Maischbottichen und in den Braukesseln treiben, u. dgl. mehr.

Auf eine geschickte Art wissen die Engländer auch oft doppelte Absichten mit der Errichtung einer Dampfmaschine zu verbinden. So sieht man z. B. in Steinkohlengruben kleine Dampfmaschinen, welche Kohlen zu Tage fördern, und deren Kessel, in der Lutte (viereckigten Röhre) der Grube angebracht, zugleich als Ventilator dient, um die verdorbene Luft aus der Grube heraus und frische Luft hinein zu bringen. Dadurch wird also für letztere Zwecke die Feuerung erspart. So sieht man sogar auf Kanälen Branntweinbrennereyen, wobei die übergehenden Dämpfe des

Guts zugleich eine Dampfmaschine in Thätigkeit setzen, welche auf dem Kanale ein Fahrzeug fortbewegt; u. s. w. — Freilich ist in Großbrittannien der Gebrauch der Dampfmaschinen am allgemeinsten, wird dies daselbst auch wohl bleiben, ja noch immer mehr erweitert werden.

Dritte Abtheilung.

Geschichte der Dampfschiffe und Dampfwagen insbesondere.

§. 37.

Das meiste Aufsehen hat wohl die Anwendung der Dampfmaschinen zur Treibung von Schiffen gemacht, die dadurch, ohne weitere Hülfsmittel, selbst gegen den Strom oder gegen den Wind, sehr schnell fortbewegt werden. Bald nach der ersten Verbreitung der Dampfmaschinen kamen Menschen schon auf den Gedanken, Schiffe durch die bewegende Kraft einer Dampfmaschine vorwärts zu treiben. Im Jahr 1737 machte ein gewisser Jonathan Hulls in London eine Beschreibung mit Zeichnung bekannt, um mittelst einer Newcomenschen Dampfmaschine Schiffe aus den Häfen und Flüssen oder in dieselben gegen Wind und Fluth oder bei Windstille zu führen.

Es wurde aber von dieser Erfindung kein Gebrauch gemacht; es wurde darnach kein Dampfschiff erbaut; sie blieb blos Idee, wahrscheinlich weil man ihre damalige Unvollkommenheit einsah, die zur wirklichen Anwendung nicht geeignet war. Es dauerte noch etliche fünfzig Jahre, ehe ein wirkliches Dampfschiff oder Dampfboot auf dem Wasser gesehen wurde.

§. 38.

Zwar hatte der Schottländer Clarke schon im Jahr 1791 zu Leith ein Schiff gezeigt, welches durch Dämpfe bewegt wurde, zwar lief wenige Jahre nachher ein ähnliches Fahrzeug auf dem Clydeflusse hin; aber dies Alles waren nur Versuche im Kleinen, welche blos die Neugierde befriedigten.

Die erste wirkliche Ausführung der Dampfschiffe kam in Nordamerika zu Stande. Im Jahr 1798 erhielt der Kanzler Livingston von der Staatsverwaltung in Newyork ein ausschließendes Privilegium für zwanzig Jahre auf die Errichtung von Dampfbooten auf

allen Gewässern innerhalb des Staates von Newyork unter der Bedingung, daß binnen einem Jahre ein solches Dampfboot fertig wäre, welches im Mittel vier englische Meilen (eine deutsche Meile) in der Stunde zurücklegte. Diese Bedingung wurde von Livingston nicht erfüllt. Späterhin kam derselbe als nordamerikanischer Minister nach Frankreich. Er machte in diesem Lande die Bekanntschaft mit Fulton aus Newyork, welcher sich früher schon Mühe gegeben hatte, ein Dampfschiff zu erfinden. Beide Männer stellten nun im Jahr 1803 gemeinschaftlich Versuche dazu an, welche den gewünschten Erfolg hatten.

Nachdem sie von der Ausführbarkeit und Nützlichkeit der Erfindung, woran sie arbeiteten, völlig überzeugt waren, so unternahmen sie im Jahr 1806, wo Fulton nach Newyork zurückkam, die erste Errichtung eines Dampfbootes. Dieses Boot beschiffte den Hudsons-Fluß im Jahr 1807, und machte im Mittel fünf englische Meilen in einer Stunde. Im

nächsten Winter wurde dieses Boot vergrößert; es erhielt 140 Fuß Länge, 16½ Fuß Breite und trug 160 Tonnen, die Tonne zu 20 Centner gerechnet, folglich 3200 Centner. Es machte seine erste Reise auf dem Hudsonsflusse nach Albany, eine Entfernung von etwa 160 englischen Meilen. Für die Menschen, welche an dem Flusse wohnten, und für die Schiffer auf demselben war dieses Dampfschiff eine ganz neue Erscheinung; es verbreitete Furcht und Schrecken unter den Unwissenden. Weil die ersten amerikanischen Dampfboote (wie größtentheils auch noch jetzt) trocknes Fichtenholz als Brennmaterial anwandten, so stieg aus dem Rauchfange eine Funken sprühende Feuersäule mehrere Fuß hoch empor. Diese Flamme, das Plätschern der Ruderräder und das Getöse der Maschinerie gaben dem Schiffe in der Nacht das Ansehen eines Ungeheuers, das gegen Fluth und Wind vorwärts arbeitete und seinen Weg durch das eigene Feuer erleuchtete, das es ausspie.

§. 39.

Da die Regierung von der Nützlichkeit dieser neuen Unternehmung überzeugt worden war, so dehnte sie dem Livingston und Fulton das Privilegium für jedes von ihnen zu errichtende Dampfboot auf fünf Jahre aus, mit der Beschränkung, daß der Termin nicht dreissig Jahre überschreite.

So wurden nun unter Fultons Leitung in Newyork nach und nach fünfzehn Dampfschiffe erbaut. Von diesen ist die Dampf-Fregatte, welche den Namen Fulton der Erste führt, das größte. Der Plan zu diesem Fahrzeuge wurde zu Anfange des Jahrs 1814 zur Vertheidigung des Hafens von Newyork entworfen. Das Dampfschiff sollte eine starke Batterie führen, Oefen für glühende Kugeln enthalten, und eine Geschwindigkeit von vier englischen Meilen in der Stunde haben. Im Mai 1815 war das ganze Schiff zur Reise fertig. Um diese Zeit starb Fulton. Es wurde aber doch schon den 4. Juli 1815 probirt,

aus dem Flusse in das Meer und wieder zurück gelassen. So legte es durch die bloße Kraft der Dampfmaschine in 8 Stunden 20 Minuten einen Weg von 53 englischen Meilen zurück. Nachdem man noch manche Verbesserung mit ihm vorgenommen hatte, so ging man mit ihm im September wieder in die See, und zwar mit seiner ganzen Bewaffnung. Es machte da im Mittel $5\frac{1}{2}$ engl. Meile in der Stunde; gegen die Fluth aber, welche eine Geschwindigkeit von 3 Meilen in der Stunde hatte, ging es mit einer Geschwindigkeit von $2\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde.

§. 40.

Fultons Dampffregatte besteht eigentlich aus zwei 66 Fuß langen Booten, welche durch einen Zwischenraum von 15 Fuß Weite von einander getrennt sind. Das eine Boot enthält die kupfernen Dampfkessel; das andere die Dampfmaschine selbst. In dem Zwischenraum zwischen beiden Booten bewegt sich das Ruderrad. Das Hauptverdeck trägt die Bewaffnung

und ist durch eine Brustwehr von massivem Zimmerholz, 4 Fuß und 10 Zoll in der Dicke, beschützt. Durch dreissig Schießpforten sind eben so viele zwei und dreissig Pfünder, glühende Kugeln zu werfen bestimmt, zu deren Erhitzung alles bequem und sicher eingerichtet ist. Das obere Verdeck, auf welchem die Mannschaft aufgestellt werden kann, ist mit einem starken Bollwerke umgeben. Die Fregatte trägt zwei starke Masten mit Segeln; sie hat zwei Bogspriets und vier Steuerruder, eins an jedem Ende der beiden Boote, so daß sie vor- und rückwärts steuern kann. Die Kraft der Dampfmaschine ist zugleich auch noch auf das Treiben eines Pumpwerks berechnet, mittelst dessen eine große Wassermenge gehoben und auf die Verdecke und durch die Schießpforten eines feindlichen Schiffes gespritzt werden kann, um dadurch Batterien und Munition desselben zu überschwemmen.

§. 41.

Die übrigen in Newyork, theils durch Fulton, theils nach seinem Tode erbauten Dampf-

schiffe tragen gewöhnlich 120 bis 400 Tonnen. Das größte Dampfboot, der Kanzler Livingston, von 526 Tonnen, wurde im Jahr 1816 vom Stapel gelassen. Dieses Fahrzeug geht von Newyork nach Albany und ist unter den bis dahin bekannten nicht blos das größte, sondern auch das schönste Dampfboot für Reisende. Es hat 165 Fuß Länge, 50 Fuß Breite und hinreichende Bequemlichkeit für 200 Reisende und für die erforderlichen 30 bis 40 Schiffsleute oder Matrosen. Es hat größere und kleinere Wohnzimmer, Schlafzimmer, Speisezimmer, Küche u. dgl. Der kupferne Kessel wiegt 20 Tonnen und gehört zu einer Maschine von 80 Pferden Kraft. Stark belastet hat dieses Schiff schon fünfzehn englische Meilen in der Stunde zurückgelegt, wenn Wind und Fluth günstig waren. Sein gewöhnlicher Lauf gegen Wind und Fluth ist zehn Meilen in der Stunde.

Von den beiden sogenannten Zwillings-Booten, welche zwischen Newyork und Jersey hin und her fahren, besteht jedes aus

zwei Booten, welche durch ein Verdeck oder eine Brücke mit einander verbunden sind. Sie laufen an beiden Enden spitzig zu und können vorwärts und rückwärts bewegt werden, ohne die Zeit mit Umkehren zu verlieren. Das Ruderrad befindet sich in der Mitte.

§. 42.

Das letzte Dampfboot für Reisende, welches unter Fultons Leitung erbaut wurde, ist dasjenige, welches die Reise von Newyork nach Newhaven macht. Es trägt ohngefähr 400 Tonnen Last, ist sehr stark gebaut, und schön und bequem eingerichtet. Da es einen großen Theil seiner Reise im Meere zu machen hat, so ist es mit einem runden Boden, wie ein vollkommenes Seeboot gebaut, während alle übrigen Dampfboote flach waren. Es passirt täglich und zu jeder Fluthzeit die gefährliche Strecke von Hell-Gate, wo es oft auf die Länge einer Meile gegen eine Strömung von wenigstens sechs Meilen Geschwindigkeit in der Stunde zu kämpfen hat.

Die Zahl der Dampfschiffe in Nordamerika vermehrte sich nachher noch immer bedeutend, so, daß jetzt die meisten Flüsse der nordamerikanischen Freistaaten mit Dampfbooten befahren werden. Selbst der Mississippi und der Ohio, die reißendsten Ströme Nordamerika's, welche vorher größtentheils nur in der Richtung des Stroms beschifft wurden, werden jetzt mit Dampfschiffen aufwärts befahren. Die Reise auf dem Mississippi von Louisville nach Neworleans und wieder zurück, eine Strecke von 3400 engl. Meilen *), wird jetzt von den Dampfbooten in 35 bis 40 Tagen zurückgelegt. Die Transportkosten von Waaren betragen dabei weniger als die Hälfte der frühern Landfracht durch die Gebirge. Und wie angenehm ist zugleich die große Schnelligkeit! Vergleicht man überhaupt die Kosten der Reise für irgend einen mit dem Dampfboote

*) Man muß nur immer bedenken, daß vier englische Meilen nur so groß als eine deutsche Meile sind.

zurückgelegten Weg mit den Kosten in den Landkutschen, so findet man immer, daß letztere um das Doppelte höher zu stehen kommen. — Die Fahrten mit Dampfschiffen in Nordamerika werden übrigens größtentheils von Actiengesellschaften betrieben, welche von der Regierung auf eine gewisse Anzahl von Jahren privilegirt sind.

§. 43.

Erst seit wenigen Jahren wurde ein neues Dampf-Paketboot zwischen Newyork und Neworleans angelegt, dessen Mittelbühne so groß ist, als in einem Linienschiffe, und bei welchem die Dampfmaschine eine solche Verbindung mit dem Körper des Schiffes haben soll, daß durch das Zerspringen des Kessels kein Unglück entstehen kann.

Besonders mußte man auch einsehen, daß die Dampfboote vorzüglich da als Schiffe einen vorzüglichen Nutzen hatten, wo sie bestimmt waren, stromaufwärts zu fahren. Wie langsam ist die Fahrt gegen den Strom, wenn ein

Schiff von Menschen oder Pferden gezogen wird! Wie kostspielig zu gleicher Zeit! Und wie viele Menschen und Pferde gehen dabei zu Grunde! Es war also auch dies ein Grund, die Dampfschiffe immer mehr in Anwendung zu bringen.

§. 44.

In Großbritannien kam das erste Dampfboot im Jahre 1812 zur Ausführung. Es wurde der Komet genannt. Es hatte 40 Fuß Länge, 10½ Fuß Breite und war mit einer Maschine von nur drei Pferden Kraft versehen. Es beschiffte den Clyde-Fluß zwischen Greenock und Glasgow, eine Entfernung von etwa 25 englischen Meilen. Diese Strecke wurde nach und nach noch von zehn andern und größern Dampfbooten befahren. Das größte derselben hat 90 Fuß Länge, 17 Fuß Breite und eine Dampfmaschine von dreissig Pferden Kraft.

Das Verdienst, die Dampfschiffahrt auf dem Clyde-Flusse eingeführt zu haben, ist von zwei Concurrenten, Henry Bell und Wil-

liam Thomson in Anspruch genommen. Vermuthlich verhält sich die Sache so: Als Bell von den nordamerikanischen Dampfschiffen gehört hatte, da faßte er zuerst den Gedanken, auf dem Clyde einen Versuch mit einem Dampfboot zu machen; von dem Mühlenbaumeister und Dampfmaschinenmacher Thomson wurde er dabei so nachdrücklich unterstützt, daß beide wohl zugleich auf die Ehre Anspruch machen können, die Dampfschiffahrt in Großbrittannien eingeführt zu haben. — So große und so starke Dampfschiffe, wie die Nordamerikaner, bauten die Engländer nicht.

§. 45.

Bald nach jener Periode, nämlich im Jahr 1813, hatte Theodor Lawrence aus Bristol ein Dampfboot auf dem Avon im Gange; er brachte es durch die Kanäle auf die Themse. Als sich hier aber die Schiffer- oder Seefahrtscompagnie ihm widersetzte, so war er genöthigt, es wieder auf den Avon zurückzunehmen.

Im Jahr 1814 wurde auf der Tyne das erste Dampfschiff in Gang gebracht; bald nachher gingen auf diesem Flusse drei Dampfschiffe. Fast zu derselben Zeit führte man Dampfschiffe auf der Yare zwischen Yarmouth und Norwith, auf dem Trent zwischen Hull und Gainsboroug, auf der Mersey zwischen Liverpool und Runcorn, auf dem Forth zwischen Stirling und Leith und zwischen Leith und Alloa, so wie in mehreren andern Gegenden ein. Ein Dampfschiff, welches, von Glasgow herstammend, anfangs unter dem Namen Argyle, hernach unter dem Namen Themse auf dem Themseflusse sich befindet und für die Fahrt zwischen London und Margate bestimmt ist, gilt für einen besonders trefflichen Segler. Es ist ausschließlich zur Aufnahme von Reisenden bestimmt; für diesen Zweck ist auch sein Inneres auf das Bequemste eingerichtet. Man versichert, dieses Schiff habe im Laufe eines Jahres seinen Eigenthümern nicht nur die 2500 Pfund Sterlinge (27,500 Gulden), welche es

gekostet hatte, vollständig zurückbezahlt, sondern die Eigenthümer hätten es der Londoner Gesellschaft für 3000 Pfund Sterlinge (33000 Gulden), folglich um 500 Pfund Sterlinge höher verkauft, als dessen ursprünglicher Werth war. — In den neuesten Zeiten hat man in England sogar Dampfboote aus geschlagenem Eisen verfertigt.

§. 46.

Wie sehr die Erleichterung der Reisen und der Transportmittel überhaupt die Reisen und das Transportiren von Sachen selbst vermehren, davon gab schon die Dampfschiffahrt auf dem Clyde-Flusse einen auffallenden Beweis. Vor der Einführung der Dampfschiffe daselbst überstieg die Anzahl der Reisenden zwischen Glasgow und Greenock in einem Tage, selbst im Sommer, nicht die Zahl von 50 hin und 50 her. Die Zahl derjenigen Personen, welche in Kutschen fuhren, betrug 24 hin und eben so viele her. Aber schon vor sechs Jahren war es bei gutem Wetter etwas gewöhnli-

ches, 500 bis 600 Reisende in einem Tage ankommen und abgehen zu sehen. Auf einem einzigen Dampfboote befanden sich schon 247 Personen. Deswegen wurden auch die Dampfboote immer beliebter. Das Dampfpaketboot, welches seit etlichen Jahren über den Kanal von Dover nach Calais und wieder zurück geht, hat seinen Nutzen ebenfalls bewiesen. Und so auch andere Dampfschiffe, die nach verschiedenen andern Richtungen aus englischen Gewässern abgehen. Die Geschwindigkeit der englischen Dampfboote ist übrigens, im Mittel bei stillem Wasser, sechs englische Meilen in der Stunde. Kein Wunder, daß diese Art von Reisen von Jahr zu Jahr immer beliebter wurde!

§. 47.

Die meisten englischen Dampfschiffe haben auf jeder Seite des Schiffes Ruderräder oder Schaufelräder, den unterschlächtigen Wasserrädern ähnlich. Sie sitzen nicht genau in der Mitte der Schiffslänge, sondern etwas mehr vorwärts. Diese Schaufelräder werden

durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, welche fast in der Mitte der Schiffslänge steht. Bei einigen Schaufelrädern sind die Schaufeln gerade, bei andern krumm. Welche die besten sind, weiß man noch nicht recht. Zu viele Schaufeln dürfen die 8 bis 10 Fuß hohen Schaufelräder nicht enthalten; ihre Zahl geht gewöhnlich, je nach der Höhe der Räder, von 7 bis 10; die Breite derselben ist 3 bis 4 Fuß. In der Minute geht ein solches Rad wohl 30 mal um. Der vom Brennmaterial herkommende Rauch der Maschine wird durch eine große Röhre von Eisenblech emporgeleitet, die zugleich als Mast dient und mit einem Segel versehen wird, wenn ja der Wind günstig seyn sollte.

Durch das Spiel der Kolbenstange im Hauptcylinder der Dampfmaschine wird auf jeder Schiffsseite durch einen Lenkarm eine in der Axe des Schaufelrades steckende Kurbel in Umdrehung gesetzt und eben dadurch werden auch die Schaufelräder selbst umgetrieben. Die Schaufeln dieser Räder schlagen als eben so

viele senkrechte Ruder das Wasser. Sie finden ihren Stützpunkt auf der Flüssigkeit und bewegen ihren Mittelpunkt, nämlich das Fahrzeug selbst, vorwärts. — Etwa der vierte Theil einer Schaufel ist in das Wasser eingetaucht.

Das unangenehme Getöse, welches durch das Anschlagen der Ruder (der Schaufeln) bei ihrem Eintritt ins Wasser entstand, suchte man in der Folge dadurch zu vermeiden, daß man ihnen eine schiefe Richtung gab, und zwar so, daß sie bei ihrer Einsenkung, statt auf das Wasser zu schlagen, in dasselbe unter einem schiefen Winkel einschnitten. Auf diese Art erhielten die Schaufeln eine sanftere gleichförmigere Bewegung, so, daß man nur noch ein sanftes Rauschen vernahm.

§. 48.

Auf der Seine in Frankreich baute man vier Dampfboote, ganz auf englische Art. Zwei davon wurden zu Paris und zwei zu Rouen stationirt. Man fand aber durch wiederholte Erfahrungen, daß die Seine wegen ihrer vie-

len Krümmungen zur Dampfschiffahrt nicht geeignet ist. Und deswegen sollten jene Dampfboote wieder verkauft werden.

In Oestreich brachten zwei Unternehmer, Fr. Bernard und Comp. und Cheval. de St. Leon und Comp., die Dampfschiffe auf der Donau zur Ausführung. Im Herbst 1818 machten beide mit ihren erbauten Schiffen die zur Erlangung des Privilegiums vorgeschriebene Probefahrt von Pesth nach Komorn. Man war sehr zufrieden mit der Fahrt, und die Unternehmer erhielten nun das Privilegium für die Donau und ihre Seitenflüsse auf 15 Jahre. Da die Donau im Mittel eine Geschwindigkeit von 5 Fuß hat und selbst Stellen mit 8 Fuß Geschwindigkeit und darüber vorkommen *), so mußten die Dampfboote daselbst mit stärkern Maschinen versehen werden,

*) Das Maaß der Geschwindigkeit ist hier eine Sekunde. Die Geschwindigkeit der Donau ist 5 Fuß, heißt z. B. das Wasser bewegt sich in einer Sekunde 5 Fuß weit fort.

als gewöhnlich in England, wenn die Geschwindigkeit der Fahrt stromaufwärts von Bedeutung seyn soll. Seit dem Jahre 1819 kam auch ein Dampfboot zwischen Triest und Venedig regelmäßig in Gang. Der Unternehmer dieser Dampfschiffahrt ist Fr. Allen. Er ließ die Maschinerie zu dem Schiffe aus England kommen. Das Schiff selbst aber wurde in Triest erbaut. Es legt den Weg von Triest nach Venedig gewöhnlich in zwölf Stunden zurück. Auch der Nutzen dieser österreichischen Dampfschiffe ist längst bewährt.

§. 49.

Auf dem Bodensee wurde das würtembergische Dampfschiff, der Wilhelm, am 17ten August 1824; das baierische, der Max Joseph, am 5ten Oktober vom Stapel gelassen. Das erstere, von einer Aktiengesellschaft betriebene, sehr bequem eingerichtete Schiff ist 107 würtembergische Fuß lang und 18¾ Fuß breit. Auf eine Ladung von wenigstens 800 Centnern eingerichtet, kann es in seinen heiz-

baren Zimmern 24, auf dem Verdeck aber noch bequem 100 Personen aufnehmen. Die Gewalt der Dampfmaschine, welche das Schiff treibt, ist der Kraft von zwanzig Pferden gleich. Der Unternehmer des baierischen Schiffes ist der Freiherr Cotta v. Cottendorf. Eduard Church, Consul der vereinigten Staaten Amerika's in Frankreich, gab den ersten Antrieb zu diesen Unternehmungen.

Um die Dampfschiffahrt auch auf dem Rhein einzuführen, trat im Jahr 1824 zu Kölln eine Gesellschaft zusammen, die sich mit der niederländischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft verband. Auch dieses Unternehmen hatte den glücklichsten Fortgang. — Rechnet man hierzu noch die Dampfschiffe, welche schon früher in Hamburg für die Elbe, in Bremen für die Weser, in Berlin für die Spree 2c. erbaut wurden, so muß man gestehen, daß man auch in Deutschland in der Dampfschiffahrt schon weit gekommen ist. Sie wird sich immer mehr verbreiten und gewiß auch immer

noch mehr, vorzüglich was Bequemlichkeit und Sicherheit betrifft, vervollkommnet werden. Schon haben Dawson, Thorold, Gordon, Ritchie und andere mancherley Verbesserungen mit den Dampfbooten vorgenommen. Sehr große Seereisen hat man bis jetzt mit Dampfschiffen deswegen noch nicht machen können, weil die dazu nöthigen Brennmaterialien zu vielen Raum in dem Schiffe erfordert und die Last desselben gar zu sehr vermehrt hätten. — Ueber die Gefahren bei der Dampfschiffahrt wird noch besonders (in der siebenten Abtheilung) die Rede seyn.

§. 50.

Als man in England sah, daß es mit den Dampfschiffen gut ging, da brachte man noch einen andern großen Gedanken zur Ausführung, Wagen durch Dampfmaschinen (ohne Pferde) fortbewegen zu lassen. Bald waren auch mehrere Dampfwagen (oder Dampfpferde, Steam-horses, wie die Engländer sie nennen) zum Transport der Stein-

kohlen, der Eisensteine und anderer Steine in Thätigkeit. Die Räder dieser Dampfwagen, deren bald mehrere bei der Stadt Leeds in ununterbrochener Thätigkeit waren, laufen auf Eisenwegen (Eisenbahnen), d. h. auf zwei parallelen Reihen an einander gelegten glatten Eisenschienen so, daß sie (vermöge einer Falze an den Felgen oder Kränzen der Räder) nicht seitwärts abgleiten können. Ein solcher Wagen z. B. zieht eine Last von 1500 Centnern Steinkohlen, von den Gruben bis zur Kanalablage, 3 englische Meilen weit. Die Last liegt auf mehreren Wagen, die durch kurze Ketten reihenweise an einander hängen und eben so mit dem vordersten Wagen verbunden sind, worauf die Dampfmaschine sich befindet.

§. 51.

Der Wagen, welcher die Dampfmaschine enthält, von der Größe und Form eines kleinen Weinwagens mit einem einzelnen Fuhrsasse, hat nicht blos die vier gewöhnlichen niedrigen Räder (ganz von Eisen), sondern in der

Mitte zwischen dem linken Hinter- und Vorderrade noch ein umlaufendes gezahntes Rad, und zwar ein Stirnrad (Sternrad), welches in die Zähne greift, die an der einen Seite der Eisenschiene, nach der ganzen Länge derselben, sich befinden. Diese Zähne sind an die Eisenschienen angegossen. Durch zwei andere in einander greifende kleine Räder, wovon das eine an der Welle jenes Stirnrades fest sitzt, wird letzteres umgedreht. Die Welle des anderen kleinen Rades enthält an beiden Enden Kurbeln, die mittelst Leitarmen oder Lenkstangen von der Dampfmaschine in Thätigkeit gesetzt werden. Zwei Cylinder mit zwei Kolben, folglich auch mit zwei Kolbenstangen, befinden sich in dem Dampfkessel selbst. Die Kolbenstangen ragen aus demselben nur so weit hervor, als es die Lage der Hahnen (statt der Ventile) nothwendig macht. Durch die Kolbenstangen selbst werden die Hahnen mittelst der Leitarme geöffnet und geschlossen. Während zum Hinuntertreiben des Kolbens der Hahn der obern

Dampfzuführungsröhre sich öffnet, um Dampf über den Kolben zu lassen, so wie der Hahn zu der untern Dampfabführungsröhre, um dem Dampfe unter dem Kolben einen Abzug zu verstatten, so schließt sich die untere Dampfzuführungsröhre und die obere Dampfabführungsröhre. Und wenn gleich hierauf zum Hinauftreiben des Kolbens die letzteren beiden Röhren sich öffnen, so schließen sich die erstern beiden; und so fort.

In dem Dampfkessel selbst befindet sich auch der Ofen, um auf alle Weise Raum zu sparen, und mit wenigem Feuer die größte Menge Dampf hervorzubringen. Das Ganze ist mit hölzernen Dauben faßartig umgeben, und diese Umgebung ist auf das Beste mit eisernen Reifen verwahrt. Eine 16 Fuß hohe eiserne Röhre dient zur Fortleitung des Rauchs als Schornstein. Wegen Mangel an Raum zur Mitführung von Wasser und wegen Vereinfachung der Maschine hat letztere keinen Condensator (§. 9.). Die verbrauchten Dämpfe strömen,

sobald sie auf die Kolben gewirkt hatten, in die freie Luft.

§. 52.

Die Dampfmaschine zur Treibung der Wagen mußte eine Hochdruckmaschine seyn, damit die nöthige Kraft in dem möglich kleinsten Raum vereinigt war. Die Kraft des Dampfes ist hier so stark, daß sie auf jeden Quadratzoll wenigstens mit einer Kraft von 60 Pfunden wirkt. Trotz der besten Sicherheitsventile kann also die Gefahr des Zersprengens nicht abgeleugnet werden; auch ist sie bei den Dampfwagen, leider! schon einigemal vorgekommen. Durch die hölzerne Einfassung suchte man die Gefahr nach Möglichkeit zu verringern.

Der Kolben jedes Cylinders thut bei den Dampfwagen gewöhnlich 60 Hübe in der Minute. Alsdann ist die Bewegung des Wagens mit der Maschine so groß, daß ein Mann in starkem Schritt kaum folgen kann. Durch stärkere Dampf-Erzeugung kann man die Geschwin-

digkeit der Kolben leicht bis auf 80 Hübe in der Minute vermehren.

In Berlin wurde schon vor etlichen Jahren von dem Hütten-Inspector Krieger ein Dampfwagen nach englischer Art eingerichtet. Er war nach Oberschlesien bestimmt, wo er den Transport der Steinkohlen von der Königsgrube nach der Königshütte, statt der bisherigen Pferde, besorgen sollte. Dieser Dampfwagen wird 9 bis 10 Stunden lang hinter einander durch den sich erzeugenden Dampf im Gange erhalten.

§. 53.

Mehrere geschickte Mechaniker machten schon seit einigen Jahren Versuche, Dampfwagen nicht blos auf Eisenwegen (Kunstbahnen), sondern auch auf gewöhnlichen Landstraßen, Bergauf und Bergab anzuwenden, damit man auf solchen Dampf-Fuhrwerken ohne Pferde eben so gut, wie auf Dampfschiffen, Menschen und allerley Waaren von Ort zu Ort, von Land zu Land transportiren könnte. Solche Versuche

haben unter andern Herr von Reichenbach zu München und Herr Griffith zu Brompton (in England) angestellt. Diese Versuche scheinen aber bis jetzt noch keinen glücklichen Erfolg gehabt zu haben.

Ungemein schwer ist es auf jeden Fall, solche Dampffuhrwerke, die zweckmäßig, dauerhaft und gefahrlos zugleich sind, gehörig hervorzubringen. So müssen alle Theile der Maschine, wenn diese fahrbar seyn soll, hauptsächlich Cylinder, Dampfkessel und Feuerheerd, einen möglichst kleinen Raum einnehmen. Das Rütteln und Stoßen darf weder den Gang der Maschine, noch auch das Kochen des Wassers und die ordentliche Fortleitung des Dampfes stören. Der Condensator müßte daher hier wohl wegbleiben. Die Steuerung muß möglichst einfach und die Füllung des Kessels leicht zu erzielen seyn.

Soll der Kessel, sammt dem Feuerheerde, einen möglichst kleinen Raum einnehmen und doch sehr kräftigen Dampf erzeugen, so muß

Bayerische Staatsbibliothek München

die Maschine eine (gefährliche) Hochdruckmaschine von der stärksten Art seyn. Auf einer gewöhnlichen Straße, selbst in ganz flachem Lande, verändert sich der Widerstand, welchen das Fuhrwerk beim Fortgehen zu überwältigen hat, jeden Augenblick; er nimmt bald zu, bald ab. Ist die Straßenbedeckung rauher oder ebener, lockerer oder fester, kothiger oder trockener, frisch bekieset oder ausgefahren, kommen von Zeit zu Zeit kleine Erhöhungen oder Vertiefungen vor, steigt oder fällt die Straße mehr oder weniger merklich; alle diese Fälle (die bei Eisenbahnen nicht vorkommen) erfordern eine stete Veränderung der Kraft, welche Zugthiere dadurch hervorbringen, daß sie sich nach Erforderniß bald mehr, bald weniger anstrengen. Die Kraft der Dampfmaschine aber bleibt unveränderlich und beständig. Es würde wenigstens einen eignen gar zu künstlichen und wandelbaren Mechanismus erfordern, wenn man die Maschine so einrichten wollte, daß, trotz des unendlich verschiedenen, von Augenblick

Bayerische Staatsbibliothek München

zu Augenblick wechselnden Widerstandes, die Wirkung so genau erfolgte, daß das Fuhrwerk nicht einmal zu schnell oder zu langsam ginge, daß es einmal still stände, u. s. w. Auf den Dampffuhrwerken müßte auch stets eine bedeutende Menge Brennmaterial für die Maschine mitgeführt werden. Dieses erforderte auf dem Wagen selbst einen sehr bedeutenden Platz.

§. 54.

Es ist bekannt, daß kein Feuer ohne hinlänglichen Luftzug brennt, der durch Röhren oder Schornsteine, welche man von dem Feuerungsorte an in die Atmosphäre führt, bewirkt wird. Der Dampfkessel erfordert zum Heitzen eine starke Gluht, besonders wenn die Elasticität der Dämpfe außerordentlich hoch getrieben werden soll. Bei allen Dampfmaschinen sind deswegen Schornsteine von beträchtlicher Höhe nöthig. So sieht man an den gewöhnlichen fest stehenden Maschinen dieser Art Schornsteine von 40 bis 50 Fuß Höhe. Die Dampfschiffe ebenfalls haben Schornsteine oder eiserne

Röhren von 36 bis 40 Fuß Höhe, welche zugleich die Stelle der Mastbäume vertreten. An den auf Eisenbahnen gehenden Dampfwagen aber ragen die blechenen Röhren 10 bis 12 Fuß über dem Wagen empor. Bei zu weiten Reisen bestimmten Fuhrwerken, welche oft niedrige Thore und Bogen passiren müssen, wären solche Röhren natürlich unstatthaft; und Blasebälge zum Anfachen des Feuers könnte man schon deswegen nicht anwenden, weil dadurch umhersprühende Funken erregt würden. Alle Orte, durch welche das Fuhrwerk zöge, hätten dann davon Feuersgefahr zu besorgen. — Diese und noch manche andere Gründe möchten wohl die Dampfmaschinen zur Treibung der gewöhnlichen Fuhrwerke nicht leicht zur wirklichen Anwendung bringen. Selbst ihr Gebrauch zu den Fuhrwerken auf Eisenbahnen wird schon immer mehr eingeschränkt, theils wegen der Gefahr des Zerspringens, theils wegen der öftern Reparaturen, denen sie ausgesetzt sind.

Vierte Abtheilung.

Genauere Beschreibung der vornehmsten und nützlichsten Arten der Dampfmaschinen.

§. 55.

Um von der Wirkung der verbesserten Wattschen Dampfmaschine einen deutlichen Begriff zu bekommen, so denke man sich Folgendes, nach Fig. 1. Taf. I.

In einem starken eisernen, inwendig genau ausgebohrten und ausgeschliffenen Cylinder A, dem Hauptcylinder der Dampfmaschine, kann ein dichter eiserner Kolben b, der mit seiner krummen Seitenfläche genau an die innere Cylinderwand anschließt, auf und nieder bewegt werden. Damit er genau (luft- und dampfdicht) anschließe, so ist er mit Hanf umgeben. Leder könnte hier nicht eben so, wie bei dem Kolben einer Wasserpumpe gebraucht werden,

weil die heißen Wasserdämpfe es zerfressen und zum Theil zu einem Leim auflösen würden. Die starke eiserne Kolbenstange bc geht ebenfalls dampfdicht durch den Deckel des Cylinders hindurch. Damit dies besser geschehe, so ist in der Mitte des Deckels ein dickerer Theil d, eine Art Büchse (Stopfbüchse), eingelöthet. In die Oeffnung dieses Theils ist gleichfalls Hanf gelegt. So bleibt für die genau abgerundete Kolbenstange blos so viel Spielraum, daß sie in der Oeffnung auf und nieder spielen kann.

§. 56.

Oben in den Cylinder A hinein geht eine Röhre pq; und unten in denselben hinein geht die Röhre ſt. Durch die Röhre qp muß Dampf oben in den Cylinder hineinströmen, um den Kolben b niederzudrücken; und durch die Röhre tſ muß gleichfalls Dampf in den Cylinder hineinströmen, um den Kolben b wieder hinaufzudrücken, wenn er unten angekommen war. Eine Röhre xw, welche von dem Dampfkessel,

worin aus Wasser Dämpfe entwickelt werden, herkommt, ist durch einen Ventilkasten (Ventilgehäuse) w mit der Röhre pq verbunden. Von derselben Dampf-Zuführungsröhre xw geht ein Zweig yz hinunterwärts nach der Röhre tf. Mit dieser Röhre ist jener Röhrenzweig yz durch einen Ventilkasten z verbunden. Die Röhre pq enthält auch einen Ventilkasten q, so wie die Röhre ft einen Ventilkasten t. In jedem Ventilkasten befindet sich ein Ventil (ein Kegelventil), das aufwärts sich öffnet. Statt der Ventile können aber auch Hahnen da seyn, die sich auf- und zudrehen lassen. Die Steuerung, d. h. der Mechanismus zum Oeffnen und Schließen der Ventile, muß so eingerichtet seyn, daß die Ventile w und t sich zugleich öffnen und schließen, und die Ventile z und q dies für sich ebenfalls zugleich thun.

Daß so etwas geschehen kann, sieht man schon an ein Paar Winkelhebeln cab und def Fig. 5, welche um ihren Winkelpunkt (oder Scheitel) a und e beweglich sind. Ist mit c

und f eine Zugstange verbunden, und eine Kraft zieht diese etwa von der Linken zur Rechten, so kommen die beiden Winkelhebel in eine Lage, welche die punktirten Linien zeigen. Der Punkt b des Winkelhebels c a b sinkt also herab, der Punkt d des Winkelhebels d e f steigt zugleich hinauf. Dasselbe werden also auch Stangen thun, die von den Punkten b und d herabhängen. Die an d befindliche aufwärts gehende Stange kann also, wenn sie mit einem Ventile verbunden ist, dasselbe öffnen, während zugleich die an b befindliche herunterwärts getriebene Stange ein Ventil, mit dem sie verbunden ist, zustoßen kann.

§. 57.

Gesetzt, der Kolben b hätte in dem Cylinder A seinen höchsten Stand, die Ventile w und t wären offen, die Ventile z und q aber verschlossen. Kommen nun Dämpfe, die in dem Kessel entwickelt sind, durch die Röhre x w herbeigeströmt, so dringen diese durch die Ventilöffnung w in die Röhre p q. Durch q können

sie aber nicht, weil da das Ventil geschlossen ist; eben so wenig können sie durch z, weil sie da ebenfalls, wegen des verschlossenen Ventils, keine Oeffnung finden. Sie können also blos bei p in den Cylinder dringen und gewaltsam auf den Kolben b strömen, den sie niederdrücken. Wären unter b schon Dämpfe, so würden diese im Stande seyn, durch die Ventilöffnung t zu entweichen.

In demselben Augenblicke, wo der Kolben unten angekommen ist, schließen sich die Ventile w und t, die Ventile z und q dagegen öffnen sich. Die stets durch x herbeiströmenden Dämpfe können also nun keinen andern Weg nehmen, als durch y z, wo sie zu der Ventilöffnung heraus bei f unten in den Cylinder A dringen und durch ihre Gewalt den Kolben b in die Höhe treiben. Die über dem Kolben befindlichen Dämpfe aber können durch p q und durch die Ventilöffnung q ausweichen. So wie der Kolben wieder oben angekommen ist, so schließen sich die Ventile z und q, die Ventile

w und t öffnen sich, die Dämpfe strömen wieder durch w über den Kolben b, drücken ihn wieder nieder; und so geht das Spiel des Kolbens beständig fort; mit Schnelligkeit wird dieser von den Dämpfen stets auf und nieder getrieben.

§. 58.

Die Dämpfe, welche den Kolben auf und nieder getrieben hatten und nach dieser Wirkung durch die Ventilöffnungen t und q hinwegströmten, dringen in Röhren t u und q r hinein. Diese Röhren liegen in dem kalten Wasser des Condensators (des Verdichters) MM. Indem sie hier an das kalte Wasser ihren Wärmestoff absetzen, so werden sie wieder zu Tropfen verdichtet, werden also selbst wieder zu Wasser, das in den Condensator läuft. Jede Condensationsröhre hat nämlich, bei u und r, ein aufwärts sich öffnendes Ventil, zu welchem die Flüssigkeit aus jenen Röhren herausdringen kann. Was einmal über die Ventile gekommen ist, kann nicht wieder zurück.

Durch den von den Dämpfen empfangenen

Wärmestoff wird das Wasser des Condensators nach und nach heiß. Dieses heiß gewordene Wasser, welches dem frisch hineingegossenen kalten Wasser Platz machen muß, wird mittelst einer Pumpe, der Heißwasserpumpe, in den Kessel nach demselben Verhältniß zurückgebracht, wie das Wasser in dem Kessel durch die Verwandlung in Dampf sich vermindert hat. Die durch die Dampfmaschine selbst in Bewegung gesetzte Pumpe pumpt nämlich das heiße Wasser in ein hoch liegendes Behältniß, von welchem aus eine Röhre schräg herunterwärts in den Kessel führt, wo sie in den Deckel desselben befestigt ist. Auf diese Art braucht man nicht, um den Kessel mit Wasser zu versehen, den fest geschraubten Deckel des Kessels zu öffnen, welches erstaunend vielen Zeitverlust und Verlust an Brennmaterial nach sich ziehen würde. So kann nun der Kessel zugleich ziemlich heißes Wasser bekommen, welches wieder eine Ersparniß von Brennmaterial zur Folge hat. Die Röhre, welche das Wasser in den Kessel führt,

hat einen Hahn, um sie nach Belieben verschlie-ßen und öffnen zu können; und die Stange der in dem Condensator stehenden Heißwasserpumpe kann von der Maschinerie getrennt werden, wenn der Kessel kein Wasser mehr gebraucht und die Pumpe in Stillstand kommen soll.

§. 59.

Die auf- und niederspielende Bewegung des Kolbens b muß die Kolbenstange dc natürlich mitmachen. Vermöge einer steifen, nur nach einer Richtung biegsamen Gelenkkette (wie die Kette in den Taschenuhren, welche sich da beim Aufziehen um die Schnecke wickelt) ist die Kolbenstange mit dem großen und starken Waagbaume oder Balancier ef verbunden. Dieser Waagbaum hat in der Mitte, bei g, seinen Umdrehungspunkt. Die Gelenkkette ist nämlich an den bogenförmigen Theil c des Waagbaums so befestigt, daß die Lage der Kolbenstange dc beim Auf- und Niederspielen stets lothrecht (senkrecht) bleiben muß.

Durch das Auf- und Niederspielen der

Kolbenstange dc kommt der Waagbaum cf in ein Auf- und Niederwiegen. Was von ihm, z. B. von seinem Ende f, so wie von andern Punkten zwischen g und f, herabhängt, muß also gleichfalls auf- und niedersteigen. Das kann nun z. B. eine Stange seyn, welche mit der Kolbenstange der in dem Condensator MM stehenden Heißwasserpumpe (§. 72.) verbunden worden ist. — So sieht man also leicht ein, wie diese Pumpe durch die Dampfmaschine selbst betrieben werden kann.

§. 60.

Enthält der Waagbaum lothrecht auf seiner Mitte einen Arm gh, so wird beim Gange der Dampfmaschine auch dieser hin- und herbewegt. Eine solche hin- und hergehende Bewegung macht also auch die mit dem Arme gh oben bei h verbundene horizontale Stange hi. Ist diese Stange an ihrem andern Ende i mit einem senkrechten Arme eines um seinen Mittelpunkt beweglichen Kunstkreuzes ilmk verbunden, so wird dieses durch die Bewegung

der Stange hi gleichfalls hin- und her gewiegt. Was daher von einem waagrechten Arme l des Kunstkreuzes herabhängt (z. B. eine Pumpenstange in Bergwerken), oder was auf einem waagrechten Arme k desselben steht (z. B. die Stange ko) muß natürlich in eine auf- und niedergehende Bewegung kommen.

So sieht man schon an diesen Vorrichtungen, wie die Bewegung des Kolbens der Dampfmaschine auf eine mannigfaltige Art nach andern Theilen hin fortgepflanzt werden kann, um auch diese in Bewegung zu setzen, und zwar weit hinweg, seitwärts, in die Höhe und herunterwärts. So kann ferner die Stange ko weiter oben mit noch einem Kunstkreuze verbunden seyn, das mithin gleichfalls in eine auf- und niederwiegende Bewegung kommt, und von dessen Armen wieder Stangen aufwärts, herunterwärts oder seitwärts sich hin erstrecken, um die Bewegung noch weiter fortzupflanzen. So kann aber auch bei m an dem Kunstkreuze ilmk eine horizontale Stange mn weiter fort gehen,

um durch ihre hin- und hergehende Bewegung andere Bewegungen zu erzielen; u. s. w.

§. 61.

Der fest geschraubte Deckel des sehr starken gewölbten (kupfernen oder eisernen) Kessels enthält, außer der Dampfabführungsröhre (§. 56.) und der Wasserfüllröhre (§. 58.), noch die eingelötheten Proberöhren und die Sicherheitsventile. Durch die Proberöhren c und d Fig. 2. wird die Oberfläche ab des Wassers immer auf gleicher Höhe erhalten. Ist der innere Raum des Kessels auf zwei Dritttheile mit Wasser gefüllt, so kann diese Wassermenge immer bleiben, wenn man das verdampfte Wasser beständig wieder durch die Heißwasserpumpe ergänzen läßt. Die eine Proberöhre d steht mit ihrer untern Mündung so eben in, die andere c so eben über der Oberfläche des Wassers. Beide ragen eine Strecke über dem Deckel des Kessels hervor und enthalten da die Hahnen (die Probehahnen). Oeffnet man den Hahn der Röhre c (der Dampfröhre),

so muß aus dieser Röhre blos Dampf heraus-fahren. Gäbe sie Wasser, so stände ja ihre Mündung unter der Oberfläche ab und dann wäre zu viel Wasser im Kessel. Oeffnet man den Hahn der Röhre d, so muß aus ihr (vermöge der drückenden Kraft des Dampfs) Wasser herausspritzen. Gäbe sie Dampf, so stände ja ihre Mündung nicht unter, sondern über der Oberfläche ab des Wassers, und dann wäre zu wenig Wasser in dem Kessel.

Das Sicherheitsventil f, Fig. 2., wovon der Deckel jedes Dampfmaschinenkessels immer ein Paar enthalten sollte, ist gewöhnlich ein Kegelventil, welches in die kegelförmige Höhlung des Deckels hineinpaßt. Es wird mit so viel Gewicht belastet, als gerade nöthig ist, um über der gewöhnlichen Gewalt der Dämpfe, die gegen seine untere Fläche drücken, einiges Uebergewicht zu bekommen, so, daß es sich öffnet, wenn die Kraft der Dämpfe stärker wird, als sie seyn sollte. Sind die überflüssigen Dämpfe entwichen, so fällt es

von selbst wieder zu. Am bequemsten ist es, wenn das Sicherheitsventil mit einem einarmigen Hebel, Fig. 3., verbunden ist, dessen eines Ende c sich in einem kleinen am Deckel befestigten Kloben umdreht. Von b hängt das Ventil d in seine Oeffnung hinab, auf dem an seiner obern Kante gezahnten Hebelsarme aber läßt sich ein Gegengewicht a (wie bei einer Schnellwaage) hin und her schieben. Je weiter von dem Umdrehungspunkte c hinweg man es schiebt, mit desto mehr Gewalt drückt d in seine Oeffnung hinab. Betrüge das Gegengewicht z. B. ein Pfund, so würde es gerade über b mit einer Gewalt von 1 Pfund drücken. Schiebt man es aber so weit von b nach a zu hinweg, daß seine Entfernung von b gerade so groß ist, als die Entfernung des b von c, so drückt es d mit einer Gewalt von 2 Pfund herunterwärts. Setzte man seine Entfernung von c = 4, während die Entfernung des Ventils d immer dieselbe = 1 bleibt, so drückt es d mit einer Gewalt von 4 Pfund her-

unterwärts. Setzt man jene Entfernung des Gegengewichts = 8, so drückt es d mit einer Gewalt von 8 Pfund; u. s. fort. — So kann man also hier den Druck des Ventils d sehr bequem reguliren.

§. 62.

Die Edwardschen Dampfmaschinen, die seit etlichen Jahren in England und in Frankreich sehr beliebt wurden, gehören unter die besten und wirksamsten, welche es giebt. Sie sind keine Maschinen mit niedrigem Druck; aber auch keine mit ganz hohem Druck. Der Druck der Dämpfe auf den Kolben ist bei ihnen nur dem Druck von einigen Atmosphären gleich.

Der Kessel einer solchen Dampfmaschine ist aus Gußeisen verfertigt, stark genug, um der Spannkraft von sechs Atmosphären zu widerstehen *). Er besteht aus zwei durch starke Bolzen vereinigten cylindrischen Stücken. Durch

*) Von der Prüfung der Stärke des Kessels wird in der lezten Abtheilung gehandelt.

eine halsförmige Oeffnung führt er, vermöge einer Röhre, die in ihm entwickelten Dämpfe zu zwei Cylindern von verschiedenen Durchmessern hin. Jeder dieser Cylinder enthält einen Kolben, und beide sind in einer gußeisernen Hülle eingeschlossen, die als eine Verlängerung des Kessels betrachtet werden kann und die von diesem unmittelbar die Dämpfe erhält. Die Cylinder sind also davon umringt und die Kälte kann von Außen her keine Verdichtung in ihnen hervorbringen. Zuerst geht der Dampf in den ersten Cylinder, dessen Kolben er in die Höhe treibt; von hier geht er dann in den zweiten, wo er verdichtet wird, nachdem er auch da auf den Kolben gewirkt hatte.

Die Cylinder sind Fig. 2. Taf. II. im horizontalen Durchschnitt, O und P, dargestellt. Bei der Seiten-Ansicht der ganzen Maschine, Fig. 1., bemerkt man nur den einen Cylinder O, weil der andere gleichlaufend hinter ihm steht.

§. 63.

Die Kolben, wovon man Fig. 1. nur den

einen A sieht, haben weder eine lederne, noch hanfene, sondern metallene Umfassung. Diese besteht aus mehreren kupfernen Kreisabschnitten (Kreissegnenten), die mittelst spiralförmiger Federn von Innen nach Außen an die Seitenwände der Cylinder gedrückt werden. Diese Umfassung polirt durch ihre Reibung mehr, als daß sie abnutzt, da der Seitendruck nur geringe ist. — Die ganze Maschine ruht auf einer großen Platte von Gußeisen, welche man als einen Sockel betrachten kann.

Wenn der Dampf aus dem Kessel durch seine Röhre in den Zwischenraum gekommen ist, welcher die Cylinder umgiebt, so dringt er in eine gußeiserne Kamme R, den Regulator, worin sich die Hahnen und Ventile befinden, durch welchen die Dämpfe wechselsweise über und unter die Kolben gelassen werden. Das Oeffnen und Schließen der Hahnen und Ventile verrichtet der von der Maschine selbst in Thätigkeit gesetzte Mechanismus (§. 56.), welcher Steuerung heißt. Die Hahnen sind

mehrfach durchbohrt, damit die Dämpfe bei dieser oder jener Drehung eines Hahns durch diese oder durch jene Oeffnung gehe, folglich in diese oder in jene Röhre hineindringe.

§. 64.

So wie die Dämpfe aus dem Kessel abwechselnd auf und unter die Kolben strömen, so setzen sie diese in die auf- und niedergehende Bewegung. Mit dem obern Ende der Kolbenstangen F ist das eine Ende des mit seiner beweglichen Mitte auf zwei Säulen D gestützten gußeisernen Waagbaums oder Balanciers C verbunden. Dieser Waagbaum muß also wegen der auf- und niedersteigenden Bewegung der Kolbenstangen sich stets auf- und niederwiegen. Von dem andern Ende des Waagbaums hängt mittelst eines Gewindes eine Stange ML bis zu dem Griffe einer Kurbel K herab, die in der Axe eines Wellbaums L steckt. Durch das Auf- und Niedersteigen der Stange ML wird die Kurbel, folglich auch der Wellbaum und das an diesen Wellbaum befestigte Schwung-

rad umgedreht. Mit demselben Wellbaume, in dessen Axe die Kurbel steckt, kann auch noch ein anderes Rad, z. B. ein Schaufel- oder Ruderrad, wie bei den Dampfschiffen, ein gezahntes Rad, wie bei den Dampfwagen, ein gezahntes Rad, das in ein Getriebe greift, und durch dieses wieder andere Räder, Scheiben, Walzen u. dgl. in Umdrehung bringt, in Verbindung gesetzt werden. Und so sieht man deutlich genug, wie durch die auf- und niedergehende Bewegung der Kolbenstangen der Dampf-Cylinder andere Theile in Umlauf gebracht, folglich allerley Mühlen, Krempelmaschinen, Spinnmaschinen, Bohrmaschinen ꝛc. (Abtheilung II.) getrieben werden können.

Die Hübe beider Kolben geschehen gleichzeitig und nach derselben Richtung. Die Maschine ist also von doppeltem Effekt und giebt zwei Hübe bei jeder Umdrehung des Schwungrades. Das Schwungrad dreht sich dreissigmal in der Minute um.

Mittelst einer Stange Q, welche gleichfalls

von dem Waagbaume herabhängt, wird der Kolben einer Pumpe H getrieben, welche dem Kessel das Wasser zuführt. Durch die Kurbel K aber wird noch eine Stange N hin und her bewegt, die einen Theil der Hahnen- und Ventilsteuerung in Thätigkeit setzt. Ein doppeltes Parallelogram GG, das seine Bewegung von dem einen Arme des Waagbaums C erhält, macht den Hauptmechanismus für den obern Theil der Steuerung aus. Diese Steuerung muß, wie wir schon (aus §. 56.) wissen, von der Beschaffenheit seyn, daß Hahnen und Ventile zur rechten Zeit sich öffnen und schließen, damit die Dämpfe entweder an die benöthigten Orte gelangen oder von diesen getrennt werden können.

§. 65.

Wenn alles übrige gleich bleibt, so verliert der Dampf an Wirksamkeit in demselben Verhältnisse, wie der Raum zunimmt, in welchen er eingeschlossen ist. Kennt man daher die Temperatur des Dampfes in dem Augenblicke,

wo er aus dem engen Cylinder in den weiten, folglich von dem kleinen Kolben zu dem großen übergeht, so läßt sich auch leicht seine Wirkung im Anfange und am Ende des Hubs berechnen, weil man den Durchmesser der Kolben und den Raum kennt, den der Kolben zurücklegt. Weiß man ferner die Anzahl der Hübe in einer Minute, so berechnet man auch leicht die Kraft einer solchen Maschine *).

Unter gleichen übrigen Umständen ist die Größe des Drucks der Dämpfe von einer gewissen bestimmten Elasticität von dem Durchmesser des Kolbens abhängig. Der Druck wird größer, wenn der Durchmesser des Kolbens zunimmt, und zwar nach demselben Verhältniß, wie das Quadrat des Durchmessers. Der Druck solcher gleich starker Dämpfe ist also viermal, neunmal, sechszehnmal ꝛc. so groß, wenn der Durchmesser des Kolbens zweimal, dreimal, viermal ꝛc. größer ist. Denn die

*) Hiervon ist in der sechsten Abtheilung noch weiter die Rede.

Grundflächen der Kolben sind Kreise, und Kreise verhalten sich (wie die Geometrie lehrt) ihrem Inhalte nach wie die Quadrate ihrer Durchmesser. Das Quadrat von 2 ist aber 4 (2 mal 2); von 3 ist es 9 (3 mal 3); von 4 ist es 16 (4 mal 4); u. s. w.

§. 66.

Eine solche Edwardsche Dampfmaschine, von Le Jeune und Billard verfertigt, ist unter andern in den Kohlengruben zu Hornü' ohnweit Mons, auf dem Wege nach Valençon, in voller Thätigkeit. In dieser Maschine erleidet der kleine Kolben von den Dämpfen einen Druck, welcher dem Druck der Atmosphäre gleich seyn, ihn aber auch zweimal, dreimal bis viermal übertreffen kann, je nachdem die Temperatur des Dampfes ist. Bei 97 Grad Reaumür z. B. gleicht er dem Druck von zwei Atmosphären, bei 111 Grad von drei, bei 121 Grad von vier Atmosphären rc. Die Wirkung läßt sich also (§. 65.) leicht berechnen, sobald man die Temperatur des Dampfes kennt, in

dem Augenblicke, wo er die Fläche des kleinen Kolbens berührt.

Berechnet man nach dem Durchmesser des kleinen Kolbens die Kraft, mit welcher der Dampf auf ihn wirkt und zieht man davon den Unterschied des Drucks auf der obern und untern Fläche ab, so erhält man eine Mittelzahl zwischen dem anfänglichen Drucke und demjenigen, den der Kolben noch am Ende seiner Bewegung erleidet. Diese macht für jeden Quadratzoll 18 Pfund und 6 Unzen (etwas weniger als 18½ Pfund). Die Mittelzahl zwischen der Wirkung des Kolbens im Anfange und am Ende, welche denselben Veränderungen unterworfen ist, beträgt ohngefähr 10 Pfund für den Quadratzoll.

§. 67.

Wenn man bei jener Edwardschen Maschine zu Hornu (§. 66.) die Wirkung berechnet, so findet man die auf ihren kleinen Kolben wirkende Kraft gleich 833 Pfund. Da nämlich dieser Kolben 8 Zoll im Durchmesser hält, so

ist seine Oberfläche 50 Quadratzoll *), welche, mit 16 Pfund und 6 Unzen für jeden Quadratzoll multiplicirt, obige Zahl geben. Da nun ferner der Durchmesser des großen Kolbens 16 Zoll beträgt, so findet man für seine Oberfläche 201 Quadratzoll. Diese mit 10 Pfund multiplicirt, machen 2010 Pfund aus.

Addirt man beide Druckkräfte, 833 Pfund und 2010 Pfund, so ist ihre Summe 2843 Pfund. So wirkt sie auf beide Kolben. Multiplicirt man diese Summe erst mit 30 Hüben in der Minute, so erhält man 85290, und diese Zahl

*) Bei jedem Kreise kommt nämlich der Flächen-Inhalt heraus, wenn man das Quadrat seines Durchmessers mit dem vierten Theile des allgemeinen Peripherie-Verhältnisses multiplicirt. Das Quadrat von 8 ist 64 (8 mal 8); das Peripherie-Verhältniß, d. h. das Verhältniß des Durchmessers jedes Kreises zu seinem Umfange ist $3\frac{14}{100}$, oder 1 zu $3\frac{14}{100}$; folglich ist $\frac{785}{1000}$ der vierte Theil von $3\frac{14}{100}$. Mit $\frac{785}{1000}$ jenes Quadrat 64 multiplicirt, giebt 50 Quadratzoll (und noch einen kleinen Bruch, der hier bei Seite gesetzt werden soll).

wieder mit $3\frac{1}{2}$ (der Höhe des Hubes), und hierauf mit 2 (wegen der doppelten Wirkung der Maschine), so bekommt man 597030. Nimmt man nun an, daß ein Pferd in einer Minute höchstens 32000 Pfund 3 Fuß hoch emporheben kann, so kommt die Kraft von 18 Pferden heraus, wenn man 597030 durch 32000 dividirt. Zieht man hiervon den dritten Theil für Hindernisse der Bewegung, hauptsächlich Reibung ab, so kann die Hornische Maschine eine Kraft von 12 Pferden haben. Indessen ist sie nur auf eine Kraft von 10 Pferden eingerichtet.

Mit großer Ersparniß von Brennmaterial arbeitet die Hornische Maschine; denn sie verzehrt Stunde für Stunde nur 36 Pfund Kohlen, während fast alle übrige Dampfmaschinen, welche es giebt, in derselben Zeit weit über das Doppelte desselben Brennmaterials verbrauchen.

§. 68.

In Pariser Wollenmanufakturen arbeiten solche Edwardsche Maschinen von fünf Pferden Kraft, um Krempelmaschinen und Spinnma-

schinen in Bewegung zu setzen. Man hat hier die Kosten, welche Pferde und Dampfmaschinen verursachen, berechnet und mit einander verglichen; und da ist folgendes Resultat herausgekommen:

A. Pferde.

1) Kapital.

Zehn Pferde, jedes zu 500 Franken macht	5000 Franken	
Bau der Werke	2000 —	
	7000 —	7000 Fr.

2) Jährliche Ausgaben.

Zinsen des Kapitals zu 5 Procent	350 —
Lohn der erforderlichen beiden Knechte, jeden zu 600 Franken	1200 —
Nahrung der Pferde, jedes täglich zu 2 Fr. 50 Centimen	9125 —
Krankheit und Sterblichkeit der Pferde	500 —
Reparaturen und Unterhaltungskosten der Werke	200 —
Summe	11375 —

B. Dampfmaschine.

1) Kapital	30000 Fr.
2) Jährliche Ausgaben.	
Zinsen des Kapitals zu 5 Procent	1500 —
Erhaltungskosten für die Maschine und für den Ofen	1500 —
Lohn für den dabei nöthigen Arbeiter	1500 —
Brennmaterial, täglich 250 Pfund zu 10 Franken, macht für 300 Arbeitstage	3000 —
Summe	7500 —

Es sind also:

a) die jährlichen Auslagen für die Einrichtung mit Pferden	11375 —
b) die jährlichen Auslagen für die Dampfmaschine	7500 —
Unterschied	3875 —

Nun muß man auch bedenken, daß, wenn die Arbeit unterbrochen werden sollte, die Maschine die ganze Zeit hindurch nichts kostet, während die Pferde doch immer fressen müssen,

sie mögen arbeiten oder nicht. Sonst steht die Maschine den ganzen Tag über nie still; die Bewegung eines mit Pferden getriebenen Werks hingegen wird alle Stunden einige Minuten hindurch unterbrochen. Dieser Zeitverlust beträgt mehr als ein Zwanzigtheil der Arbeitszeit. Hat die Arbeit Eile, so kann die Maschine auch Tag und Nacht in Bewegung bleiben, ohne andere Kosten, als die des Brennmaterials. Setzten Pferde die Maschinen in Bewegung, so müßte man, des Ablösens wegen, ihre Zahl verdoppeln. Das erforderte wieder ein neues Kapital und neue tägliche Ausgaben.

Man darf also wohl annehmen, daß die Dampfmaschine die Hälfte der Kosten spart. Die Bewegung, welche sie den Krempel- und Spinnmaschinen ertheilt, ist viel gleichförmiger, als Pferde, die sich bald mehr, bald weniger anstrengen, dies zu thun vermögen. Nichts schadet z. B. dem feinen Gespinnste mehr, als eine ungleichförmige Bewegung. Da endlich

diese Dampfmaschinen eine beträchtliche Vergrößerung oder Verminderung der Kraft verstatten, so kann man dadurch, nach Umständen, mehr oder weniger Werke in Thätigkeit bringen.

§. 69.

Die allereinfachste Dampfmaschine, welche es wohl geben kann, welche weder Hahn, noch Ventil und gar keine mit einer Maschinerie verknüpfte Steuerung hat, ist ohnstreitig folgende, Fig. 4. Taf. I.

Parallel mit dem Haupt-Cylinder A der Dampfmaschine läuft ein weit engerer Cylinder B, der mit jenem durch ein Paar Seitenröhren a und b verbunden ist. Die eine Seitenröhre a geht oben, die andere b unten in den Cylinder A hinein. In dem Cylinder A befindet sich der gewöhnliche Kolben C mit seiner Kolbenstange, welche durch die Stopfbüchse des Cylinder-Deckels geht.

In dem engen Cylinder B lassen sich zwei Kolben d und e an einer Stange auf- und niederbewegen. Eine Röhre D kommt von dem

Kessel her, um die Dämpfe erst in den engen Cylinder B und von da so in den Haupt-Cylinder A zu führen, daß sie hiet den Kolben C abwechselnd niederdrücken und in die Höhe pressen.

§. 70.

Wenn die Stellung des Kolbens d über der Röhre a, des Kolbens e über der Röhre b ist, so können die aus D herbeiströmenden Dämpfe nur die Röhre a passiren, folglich oben in den Haupt-Cylinder dringen und den Kolben C niederdrücken. Denn der Kolben e versperrt denselben Dämpfen den Eingang in die Röhre b. Wird aber die Stange, woran die beiden Kolben d und e fest sitzen, so herunterwärts getrieben, daß der Kolben d in die Lage f, der Kolben e in die Lage g kommt, so können keine Dämpfe mehr durch die Röhre a oben in den Cylinder A dringen, sondern blos durch die Röhre b unten in den Cylinder A hinein. Diese Dämpfe drücken den Kolben C wieder in die Höhe. So wie dieser Kolben oben angekommen ist, müssen die Kolben des

engen Cylinders B auch n eder in der Lage d und e seyn, damit die aus D herbeikommenden Dämpfe nun wieder durch die Röhre a können (keineswegs aber durch die Röhre b); und so fort.

Die Kolben d und e sind es also eigentlich, welche statt der Hahnen und Ventile den Regulator (oder die Steuerung) ausmachen. Es kommt nur noch auf die Vorrichtung an, wodurch die Kolben d und e abwechselnd hinauf- und hinuntergeschoben werden.

An der Kolbenstange des Haupt-Cylinders A sitzt oben ein Arm f, und an der Kolbenstange des engen Cylinders B befinden sich zwei Hervorragungen oder fingerartige Theile m und n. Diese können von dem dazwischen eingreifenden Arme f (bei der auf- und niedersteigenden Bewegung der Kolbenstange des Haupt-Cylinders) getroffen werden. Wird der Kolben C von den Dämpfen hinuntergedrückt, geht folglich auch die Stange dieses Kolbens niederwärts, so trifft der Arm f den fingerartigen

Theil n und drückt ihn nieder; mithin geht auch die ganze Kolbenstange des engen Cylinders B niederwärts und dadurch kommen die Kolben d und e in die Lage f und g. Nun wird der Kolben C von den durch b dringenden Dämpfen in die Höhe gedrückt; ist er beinahe oben, so trifft der Arm f den fingerartigen Theil m und schiebt ihn, folglich auch die ganze Stange, woran er festsitzt, so weit in die Höhe, daß die Kolben an dieser Stange wieder in die Lage d und e kommen. Nun geht das Spiel herunterwärts und hinaufwärts von Neuem an, und dauert ununterbrochen so lange fort, als die Dämpfe im Herbeiströmen sind.

§. 71.

Wie Jeder leicht einsehen wird, kommt es beim Regulator am meisten darauf an, daß sowohl der Arm f, als auch die fingerartigen Theile m und n an der rechten Stelle der Stange m e sitzen, und daß die Finger m und n auch die rechte Entfernung von einander haben, damit der Arm f sie zur gehörigen Weite hinun-

ter und hinauf schiebe, wenn der Kolben C seinen untersten und seinen obersten Platz im Haupt-Cylinder (durch das Hinunter- und Heraufdrucken der Dämpfe) erreicht hat.

Ist der Kolben C des Hauptcylinders an seine unterste Stelle und der Kolben d in die Lage f (folglich c in die Lage g) gekommen, so können die über dem Kolben C befindlichen Dämpfe, die ihn hinuntergedrückt hatten, durch die Röhre a und i entweichen. Durch i strömen sie nach der Condensationsröhre, die im Condensator liegt. Und ist der Kolben C an seine oberste Stelle im Hauptcylinder, und der Kolben g wieder in die Lage e (folglich auch f wieder in die Lage d) gekommen, so können die unter dem Kolben C befindlichen Dämpfe, welche ihn hinauf gedrückt hatten, durch die Röhre h, welche gleichfalls nach dem Condensator hinführt, sich entfernen.

Die beiden Cylinder C und B können auch, wenn die Maschine nicht groß seyn soll, von dem Dampfkessel umschlossen werden. Alsdann

gebraucht man die Röhre D nicht; dafür läßt man den kleinen Cylinder B zwischen f und e offen. So dringen die Dämpfe doch auf die beschriebene Weise nach a und nach b zu und bewirken auf die bewußte Art das Spiel der Maschine. Es versteht sich, daß der aufgeschraubte Deckel des Kessels mit ein Paar guten Sicherheitsventilen, mit den Proberöhren, mit der Füllröhre und mit allen übrigen Erfordernissen versehen ist, die zu einer guten Dampfmaschine gehören.

§. 72.

Ohnstreitig könnte diese einfache, nicht kostspielige Dampfmaschine auch im Kleinen, besonders zu solchen Zwecken sehr nützlich angewendet werden, die nicht viele Kraft, z. B. eine Menschenkraft oder ein Paar Menschenkräfte, erfordern, z. B. um bei Zinngießern, bei Rothgießern und ähnlichen Metallarbeitern, die ohnehin immer Feuer haben müssen, eine Drehbank in Bewegung zu setzen. Die Cylinder mit ihren Vorrichtungen können, statt

stehend, auch liegend seyn, was man zu manchem Behuf wohl bequemer finden dürfte. Mit der schnell auf- und niedergehenden Stange des Kolbens C braucht man nur durch Hülfe eines Gewindes eine Lenkstange zu verbinden, die nach dem Griffe einer Kurbel hingeht, welche in der Axe der Schwungradswelle steckt. Diese Welle läuft dann mit dem Schwungrade um. Mit dieser umlaufenden Welle hat man dann nur noch die Docke der Drehbank, worin die abzudrehende Sache befestigt ist, oder diejenigen Theile überhaupt zu verbinden, welche zur Verarbeitung in Umdrehung gesetzt werden sollen.

§. 73.

Die Dampfmaschine bewegt sich immer, wenn sie einmal im erforderlichen Gange ist, mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Bei manchen Maschinen, womit man sie zur Treibung derselben in Verbindung gesetzt hat, z. B. bei Drehbänken, bei den Drehscheiben der Fajance- Steingut- und Porcellanfabriken, bei den

Kanonenbohrmaschinen, bei Krempelmaschinen, Spinnmaschinen ꝛc. ist es aber oft nöthig, zu manchem Behuf einen schnellern oder einen langsamern Gang hervorzubringen.

Wenn an einer Welle m ein Rad oder eine Scheibe A steckt, um deren Peripherie, so wie um der Peripherie einer Rolle III, die an der Welle n sich befindet, eine gespannte Schnur (oder ein gespannter Riemen) ohne Ende, wie bei den gewöhnlichen Spinnrädern und Schleifsteinen, geschlagen ist, so läuft die Rolle III III um, sobald das Rad A herumbewegt wird. Alsdann verhält sich die Zahl der Umläufe der Rolle zur Zahl der Umdrehungen des Rades, versteht sich in einerley Zeit, wie die Peripherie des Rades zur Peripherie der Rolle, oder auch (da die Peripherien der Kreise sich wie ihre Durchmesser verhalten) wie der Durchmesser des Rades zum Durchmesser der Rolle. Wäre z. B. der Durchmesser des Rades dreimal größer, als der Durchmesser der Rolle, so würde sich die Anzahl der Umläufe der Rolle zu der-

jenigen des Rades wie 3 zu 1 verhalten, folglich würde die Rolle drei Umläufe während einem Umgange des Rades machen. Wäre der Durchmesser des Rades 4 mal, 6 mal, 10 mal ꝛc. größer, als der Durchmesser der Rolle, so würde letztere 4 mal, 6 mal, 10 mal ꝛc. in derselben Zeit umlaufen, wo das Rad nur eine Umdrehung vollendet. Wenn nun an der Axe m sowohl, als an der Axe n Scheiben von verschiedenen Durchmessern befestigt sind, oder vielmehr, wenn A und B flache abgestumpfte Kegel mit mehreren herumgehenden Gängen von verschiedenen Durchmessern bilden (deren Fig. 3. blos drei angedeutet sind), so kann man dadurch die Umlaufsgeschwindigkeit der Axe n vermehren oder vermindern, je nachdem man die Schnur (oder den Riemen) um einen niedrigern oder höhern Gang schlägt.

Ist die Schnur um den höchsten Gang 1 1 des Kegels A und um den niedrigsten III, III des Kegels B geschlagen, so läuft die Welle n (mit dem, was zur Verarbeitung darauf steckt)

am schnellsten um. Denn nun verhält sich die Geschwindigkeit der Welle n zur Geschwindigkeit der Welle m, wie der Durchmesser 1, 1 zum Durchmesser III, III. Wird sie aber von dem höchsten Gange 1, 1 des Kegels A um einen mittlern Gang II, II des Kegels B geschlagen, so läuft n langsamer um. Denn jetzt verhält sich die Geschwindigkeit der Welle n zu derjenigen der Welle m wie der Durchmesser 1, 1 zum Durchmesser II, II. Dort konnte z. B. das Verhältniß wie 3 zu 1, hier etwa nur wie 3 zu 2 seyn. Wird nun gar die Schnur um den Gang 3, 3 des Kegels A und den Gang I, I des Kegels B geschlagen, so läuft n sogar langsamer um, als m. Alsdann verhält sich ja die Geschwindigkeit der Welle n zur Geschwindigkeit der Welle m, wie der Durchmesser 3, 3 zum Durchmesser I, I; etwa wie 1 zu 3. — So kann man also mittelst einer solchen Vorrichtung die Umlaufs-Geschwindigkeit eines gewissen Theiles reguliren, sie nach Erforderniß vergrößern oder vermindern.

Fünfte Abtheilung.

Nähere Beschreibung der Dampfschiffe und Dampfwagen.

§. 74.

Taf. III. sieht man ein Dampfschiff abgebildet und zwar eins der vorzüglichsten. Man sieht die beiden zur Seite des Schiffs umlaufenden Schaufelräder oder Ruderräder, welche, indem sie von der im Schiffe befindlichen Dampfmaschine umgedreht werden, mit ihren Schaufeln das Wasser schlagen und dadurch das Schiff weiter treiben. Man sieht auch die hohe Rauchröhre, welche zugleich die Stelle eines Mastbaums vertritt, und noch einen andern Mastbaum. Beide enthalten Segel, damit der Wind, wenn er günstig ist, mitwirken und der Dampfmaschine mit zu Hülfe kommen kann. Braucht man die Segel nicht, so zieht man sie ein.

Die Dampfmaschine befindet sich hier ohngefähr in der Mitte der Schiffslänge. Man sieht den Raum, wo sie sich befindet, Fig. 2. Taf. IV. im waagrechten Durchschnitt dargestellt. Durch die auf- und niedergehende Bewegung der Kolbenstange des Dampfcylinders werden die Schaufelräder mittelst des Waagbaums, der Lenkstangen und der Kurbeln umgetrieben. Die Kurbeln stecken in der Axe der Schaufelrads-Welle, die also dadurch in Umdrehung gesetzt wird.

§. 75.

In der Haupt-Einrichtung sind die meisten Dampfschiffe einander gleich, was nämlich Art des Treibens mittelst der Dampfmaschine, Einrichtung und Wirkung der Schaufelräder u. dgl. betrifft. Größe, Gestalt und Einrichtung des Schiffes selbst, Lage einzelner Theile des Triebwerks ꝛc. sind fast immer von einander abweichend.

So hat das englische Dampfschiff Argyle, welches auf der Themse zwischen London

und Margate fährt, zwei hübsche Zimmer, eines auf der Vorderseite, und ein anderes auf der Hinterseite. Von jenem wird ein geringeres Fahrgeld bezahlt, als von diesem. Zwischen beiden Zimmern steht die Dampfmaschine, die also die Mitte des Schiffs einnimmt. Das hintere Zimmer ist besonders hübsch ausgeschmückt und möblirt; es ist mit Scharlachtuch tapezirt, mit modernen Sophas, Stühlen, Tischen, Spiegeln, flandrischen Teppichen 2c. versehen. Sogar eine kleine Büchersammlung von auserlesenen Büchern befindet sich darin. Der Siedekessel (Dampfkessel) steht auf der rechten Seite des mittlern Schiff-Raums; Cylinder, Waagbaum u. dgl. bilden gleichsam das Gegengewicht auf der linken Seite. Die Stärke der Maschine wird der Kraft von vierzehn Pferden gleich geschätzt.

Die ganze Länge dieses Dampfschiffs beträgt 90 Fuß; die Breite desselben auf der Mitte des Oberverdecks 14 Fuß. Aber wegen der Gallerie scheint das Fahrzeug ungleich breiter.

Die Gallerie springt nämlich auf beiden Seiten vor und ist unterhalb so bekleidet, daß sie mit dem Schiffsrumpfe selbst eine zusammenhängende Fläche bildet. Man kann auf dieser Gallerie das Schiff im Kreise umgehen, mit Ausnahme derjenigen Stellen, wo die Räderkasten (Rädergehäuse) sie unterbrechen. Diese Kasten erheben sich 4 bis 5 Fuß über die Gallerie und stellen daselbst eine Art von hervorragendem Bollwerk vor. Die Fenster der Schiffskammern öffnen sich auf die Gallerie und nicht unmittelbar aufs Wasser. — Uebrigens trägt das Schiff 75 Tonnen.

§. 76.

Die Ruderräder stehen bei diesem Schiffe nicht genau in der Mitte der Schiffslänge, sondern etwas mehr vorwärts. Ihr Durchmesser beträgt ohngefähr 11 Fuß. Sie tauchen etwa den vierten Theil ihrer aus dickem Eisenblech verfertigten Schaufeln, nach Umständen auch wohl etwas mehr oder weniger, ins Wasser. Ihre Breite ist ohngefähr 3 Fuß 4 Zoll. Sie

stehen so, daß sie unter einem schiefen Winkel in das Wasser einschneiden, wodurch das sonst so unangenehme Getöse vermieden und eine sanftere gleichförmigere Bewegung hervorgebracht wird. Beim Annähern des Ohrs an den Kasten, der die Räder umschließt, hört man nur ein sanftes Rauschen oder ein leichtes Gemurmel. — Auch das Spiel der Maschine hört man kaum, wenn sie gereinigt und frisch eingeöhlt ist. Späterhin werden die Bewegungen des Kolbens, Waagbaums etc. nach und nach für das Ohr merklich.

Die Geschwindigkeit des Räder-Umlaufs beträgt 20 englische Meilen (5 deutsche) auf die Stunde. Der Lauf des Schiffs bei nicht sehr bewegtem Wasser aber kann ohngefähr den dritten Theil der Geschwindigkeit der Räder oder $6\frac{2}{3}$ englische Meilen auf die Stunde ausmachen. Die mittlere Geschwindigkeit dieses Fahrzeugs auf der Reise von Dublin nach London betrug $7\frac{1}{5}$ Meile in der Stunde, wenn der Wind bald günstig, bald ungünstig war und in ersterm

Falle die Segel mit zu Hülfe genommen wurden. Bei ganz gutem Winde und bei nicht stürmischem Wasser kann die mittlere Geschwindigkeit des Schiffs wohl 11 bis 12 englische Meilen in der Stunde ausmachen.

§. 77.

Der Rauch des sehr heftigen Feuers, welches für den Kessel dieser Dampfmaschine unterhalten wird, steigt durch eine weite cylindrische Röhre (wie man sie Taf. III. sieht) von überaus dichtem geschmiedetem Eisen empor. Man benutzt diese Röhre zugleich als Mastbaum und verbindet ein großes viereckigtes Segel mit ihr. Der untere Theil dieses Kaminmastes ist so heiß, daß man ihm nicht nahe kommen darf. Das Segel steht dabei keine Gefahr aus; auch ist von dem Feuer unter dem Kessel nichts zu besorgen. Der Ofen, worin das Feuer brennt, ruht auf Backsteinen, die durch feste Eisenbänder zusammengehalten werden. Auch die innern Schiffswände sind mit Eisenblech belegt. Freilich ist in der Nähe des

Ofens die Hitze für nicht daran gewöhnte Personen unerträglich. Doch bleibt der Schürer viele Stunden ununterbrochen auf seinem Posten und ist dabei nie über fünf Minuten lang unbeschäftigt. Er muß stets unter dem Roste schüren, um den freien Zutritt der Luft zu erhalten; er muß hindern, daß die Steinkohlen nicht in Kuchen zusammenbacken und den Durchgang der Luft hemmen. Von Zeit zu Zeit muß auch frisches Brennmaterial, wenn auch nur wenig, zugelegt werden. Wesentlich nothwendig ist diese Besorgung für die Unterhaltung einer gleichmäßigen Thätigkeit des Ofens.

Außer dem Segel des Kaminmastes sind noch zwei andere dreieckigte da, die man nach Gutbefinden in die Höhe richten oder einziehen kann. Die Kräfte der Dämpfe sind übrigens schon allein im Stande, das Fahrzeug gegen Wind und Fluth zu bewegen und mitten aus den Klippen zu retten.

§. 78.

Die Ruderräder erhalten gewöhnlich sieben

bis zehn Schaufeln. Mehr Schaufeln sind deswegen nicht gut, weil sonst das Wasser zu oft gebrochen wird, wobei immer ein Verlust von Kraft statt findet. Viele Schaufeln würden ja einem festen Cylinder ähnlich werden, der zum Fortbewegen des Schiffs keine Wirkung mehr äussern könnte. Die Schaufelräder mehrerer englischen Dampfschiffe sind 8 Fuß 10 Zoll hoch und 4 Fuß weit; sie sind so berechnet, daß wenn die Maschine 45 Kolbenzüge (die 22 Zoll Hub haben) in einer Minute macht, sie mit ihrer Peripherie 13 englische Meilen in einer Stunde zurücklegen. Es giebt aber auch mehrere solche Dampfboote, deren Schaufelräder 9 Fuß hoch und 2 Fuß 11 Zoll weit sind, und welche in einer Minute dreissigmal umgehen.

Sehr vortheilhaft würde es seyn, wenn man es in seiner Gewalt hätte, die Raschheit der Schaufelräder den Umständen des Stromes gemäß verändern zu können. Denn wenn, bei einer und derselben Geschwindigkeit der Schaufeln, das Schiff mit dem Strome geht, so

taucht die Schaufel, vergleichungsweise, so gut ins Wasser, als wenn letzteres ruhte. Wenn aber das Schiff gegen den Strom geht, so streicht das Wasser mit großer Schnelligkeit nach derselben Richtung hin, nach welcher die Bewegung der Schaufeln geschieht.

§. 79.

Nicht geringe Unbequemlichkeiten bemerkte man an einigen Dampfschiffen wegen der Differenz des Tiefgehens, indem das Schiff bald leichter, bald schwerer belastet ist. Da nämlich der Mittelpunkt des Schaufelrades stets an derselben Stelle bleibt, so arbeiten ja die Räder tiefer im Wasser, wenn es mehr beladen, als wenn es leichter ist. Man hat diese Unvollkommenheit durch folgende Verbesserung zu tilgen gesucht.

Die Schaufeln werden nicht auf die gewöhnliche Art an den Felgen befestigt, sondern so angebracht, daß sie zwischen Rinnen oder Falzen nach Belieben auswärts oder einwärts (weiter von dem Mittelpunkte hinweg oder nä-

her nach dem Mittelpunkte zu) gleiten können. Man bewirkt dies durch Hülfe von Zackenleisten, die mit jeder Schaufel in Verbindung stehen und durch ein Stirnrad getrieben werden, das sich um die Axe des Schaufelrades links und rechts drehen läßt. Mit dem Stirnrade ist eine Spindel verbunden, die ein in das Stirnrad greifendes Getriebe enthält. Durch Umdrehung der Spindel mittelst eines Hebels können also, je nachdem man diesen links oder rechts dreht, die Schaufeln weiter vom Mittelpunkte des Rades hinweg, oder näher zu demselben hin gebracht werden.

§. 80.

Größere Schiffe sind immer vortheilhafter, als kleinere. Die kleinern kosten fast eben so viel und können doch keine so große Last tragen. Gewöhnlich haben auch große Schiffe mit mächtigen Maschinen in Hinsicht der Schnelligkeit merkliche Vorzüge vor kleinern. Freilich muß die Größe der Schiffe sich auch nach der Größe der Flüsse richten, die sie befahren

sollen. In Amerika, wo die Flüsse groß sind, werden Dampfschiffe von großer Belastung angewendet. Auf verhältnißmäßig kleinen Flüssen aber, wie der Clyde-Fluß in England, besonders wenn sie viele Krümmungen enthalten, können Dampfboote von sehr großer Ladung nicht sicher regiert werden. Je länger nämlich das Schiff ist, desto mehr Raum hat es nöthig, um einem andern Schiffe oder Hindernisse, das in den Weg kommt, auszuweichen. Deswegen fand man z. B. für den Clyde ein Boot von 69 Fuß Länge und 15 Fuß Breite (im Bauche) am passendsten. Nähme man ein solches Schiff, in Hinsicht der Proportion an Länge und Breite, als Musterschiff für den Clyde-Fluß an, so konnte man nach demselben die Dimensionen der übrigen Dampfschiffe für andere Flüsse, oder überhaupt für Flüsse von verschiedener Breite, machen.

Daß sich solche Dampfboote weniger leicht wenden lassen, als Schiffe, die blos durch Segel getrieben werden, kann man leicht einse-

hen. Denn die Ruderräder haben eine Einrichtung zum Geradeausbewegen. Indessen kommt man hier durch Segel und gewöhnliche Ruder zu Hülfe.

§. 81.

Der Rumpf der Dampfschiffe muß sehr stark gemacht werden, besonders da, wo die Maschine sich befindet. Bisher waren die Dampfboote meistens von Tannenholz gebaut, mit flachem breiten Boden in den Untertheilen. Mehrere bessere Dampfboote bauete man aus Eichenholz mit einem etwas geründeten Boden; und jetzt macht man sie oft aus Eisenblech; selbst das neue Dampfschiff Rousseau auf dem Genfer See soll aus Eisenblech verfertigt werden.

Auf jeden Fall macht die Dampfmaschine immer den wichtigsten Theil eines Dampfschiffs aus; und an der Dampfmaschine selbst muß Alles auf das Dauerhafteste und Sorgfältigste verfertigt seyn. Besonders muß der eiserne Dampfkessel so verfertigt worden seyn, daß

man sich auf seine Stärke, selbst bei über die Maaß verstärkten Dämpfen (welches aber stets vermieden wird) verlassen kann. Die Sicherheitsventile in dem Deckel des Kessels müssen sehr gut auf- und zugehen.

§. 82.

Stärkere Dampfmaschinen sind natürlich schwerer, als schwächere. Jene haben eine größere schwimmende Masse nöthig, um sie tragen zu können. So hat man in England Dampfschiffe gebaut von 90 Fuß Länge, 16 Fuß Breite und 32 Pferden Kraft; ferner von 85 Fuß Länge, 16 Fuß Breite und 24 Pferden Kraft; von 69 Fuß Länge, 15 Fuß Breite und 14 Pferden Kraft; u. s. w.

Der Cylinder einer solchen Dampfmaschine kann etwa 22 Zoll im Durchmesser haben, der Kolbenhub 2 Fuß betragen und 45 Züge in der Minute machen. Haben die Schaufelräder 8 Fuß 9 Zoll im Durchmesser, mit Schaufeln von 3 Fuß 10 Zoll in der Weite und 1 Fuß 8 Zoll in der Tiefe, so ist ihre Schnelligkeit an

der Peripherie 880 Fuß in der Minute, oder 10 englische Meilen in der Stunde. Die Geschwindigkeit bei mittlerer Tiefe der Schaufel unter Wasser wäre dann 712 Fuß in der Minute oder 8 Meilen und 200 Fuß in der Stunde.

Eine kleine Wasserpumpe versieht den auf der einen Seite des Schiffes stehenden Kessel mit Wasser. Die hineingepumpte Quantität desselben wird durch einen Hahn regulirt. Das überflüssige Wasser aber fließt durch eine gleichfalls mit einem Hahn versehene Ablaufröhre ab.

§. 83.

Nicht in demselben Verhältniß, wie man die Kraft vermehrt, steht die Geschwindigkeit der Dampfschiffe. Denn der Widerstand, welchem ein Boot unterworfen ist, nimmt nicht in arithmetischer Progression, nicht wie die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. s. w. zu, sondern wie die Quadrate der Geschwindigkeit, wie 1, 4, 9, 16, 25, 36 u. s. w., wenn man die Geschwindigkeit selbst 1, 2, 3, 4, 5, 6 rc.

setzt *). Um also einerley Schiff mit einer 10 mal größern gegebenen Geschwindigkeit fortzutreiben, so ist eine 100 mal größere Kraft erforderlich (weil das Quadrat von 10, d. i. 10 mal 10 = 100 ist).

Auf Eisenbahnen (worauf die Dampfwagen laufen) erfordert die Vermehrung der Geschwindigkeit freilich nur eine Vermehrung der Kraft nach arithmetischer Progression. Folglich würde, ein Fuhrwerk auf Eisenbahnen mit

---

*) Wenn in einer Zahlenreihe jedes einzelne Glied (jede einzelne Zahl) durch Addition von einerley Zahl zu dem nächst vorhergehenden Gliede gesteigert ist, so hat man eine steigende arithmetische Progression; wenn das Steigern aber durch Multiplication jedes Gliedes mit einer und derselben Zahl geschieht, so hat man eine steigende geometrische Progression. So ist in der arithmetischen Progression 1, 2, 3, 4, 5 etc. jedes Glied um 1 größer, als das kurz vorhergehende. So ist in der geometrischen Progression 1, 4, 16, 64 etc. jedes Glied viermal größer, als das kurz vorhergehende. Die Quadrate von 1, 2, 3, 4, 5, 6 etc. aber erhält man, wenn man alle diese Zahlen mit sich selbst multiplicirt.

einer 6fachen, 10fachen rc. Geschwindigkeit fortzuziehen, nur eine 6fache, 10fache Kraft rc. nöthig seyn.

§. 84.

Es ist schon weiter oben erwähnt worden, daß einige Dampfschiffe ihre Schaufelräder viel näher am Buge, d. h. viel weiter nach vorn zu haben, als andere, weil diese Stellung die Geschwindigkeit der Fahrzeuge zu begünstigen scheint. Denn wenn ein Schiff in Bewegung ist, so häuft sich das Wasser an dem Buge stark an und veranlaßt dadurch ein bedeutendes Hinderniß. Arbeiten nun die Schaufelräder näher am Buge, so dient ihre schnelle Bewegung dazu, die vordere Welle zu verflächen oder niedriger zu drücken. Dadurch wird denn der Widerstand verringert, der die Bewegung des Schiffes aufhält. Die Direction des Schiffes ist dann gleichfalls leichter zu bewirken.

Einige amerikanische Dampfschiffe haben vier Schaufelräder. Diese sollen mit mehr Leichtigkeit operiren, als zwei. Das vorderste Paar

muß aber so beschaffen seyn, daß es das Wasser etwas nach der Seite hin wegarbeitet, statt mit den Seitenwänden des Schiffs parallel zu seyn.

§. 85.

Das schöne würtembergische Dampfschiff Wilhelm auf dem Bodensee (§. 49.) fuhr leer von Friedrichshafen gegen den Wind in weniger als einer Stunde nach dem 2 Stunden weit entfernten Langenargen und in 40 Minuten wieder zurück. Mit 800 Centnern beladen, fuhr es schon an stürmischen Tagen 4 Stunden gegen den Wind nach Roschach. Ein gewöhnliches kleines Postschiff brauchte dazu 3 Stunden mehr Zeit; und große Schiffe wagten an diesen Tagen nicht auszulaufen. Leer geht das Schiff 2 Fuß 10 Zoll, beladen gegen 3½ Fuß tief im Wasser. Obgleich die Schaufelräder sich gegen 40 mal in der Minute umdrehen, so ist die Bewegung doch so sanft, daß man nur bei dem stärksten Wellenschlagen diese Bewegung fühlt. Bei der Hin- und Herfahrt

soll es nicht ganz 1½ Klafter Tannenholz verbrauchen.

Das baierische Dampfboot Max Joseph auf dem Bodensee ist 75 Fuß lang, 15 Fuß breit und 7 Fuß tief. Es geht ebenfalls sehr schnell und leicht und ist für Reisende sehr bequem eingerichtet. Es kann 600 Centner tragen und wird im Ganzen 1500 Centner verführen können, wenn es Schiffe am Schlepptau zieht. Es unterscheidet sich von dem würtembergischen Dampfschiffe durch geschlagene eiserne Schaufeln an den Ruderrädern. Diese Schaufeln senken sich nach Buchanans und Churchs patentirter Verbesserung vertikal ein und kommen auch eben so wieder heraus.

§. 86.

Der Engländer Ritchie that vor einigen Jahren den Vorschlag, statt der Räder an den Dampfbooten, einem Paar Stangen, welche durch kreisförmige Löcher am Hintertheile des Schiffes laufen, eine horizontale Bewegung zu geben. An dem Ende dieser Stangen läßt er

ein Paar Metallplatten von gehöriger Größe anbringen, deren Flächen einen rechten Winkel mit dem Horizonte ausmachen. Diese Platten bewegen sich um starke gut geglättete Gewinde. Sind die Platten geschlossen, so bilden sie einen sehr spitzigen Winkel unter einander; sind sie so weit wie möglich geöffnet, so bilden sie beinahe einen rechten Winkel. Wenn nun die Stangen plötzlich mit Gewalt rückwärts hinausgestoßen werden, so öffnen sich die Klappen und bieten der Einwirkung des Wassers eine so große Fläche dar, daß dieses das Schiff in der entgegengesetzten Richtung forttreiben wird. Wenn die Stangen zurückgezogen werden, so schließen sich die Klappen, und dann bieten sie dem Wasser blos eine kleine Oberfläche als Widerstand dar. — Ueber diese Einrichtungsart sind bis jetzt erst Versuche im Kleinen angestellt worden. Wie das Hin- und Hergehen der Stangen durch die Dampfmaschine bewirkt werden kann, wissen wir bereits.

§. 87.

Wieder eine andere neue Einrichtung der Dampfschiffe, welche aber, so viel ich weiß, auch noch nicht im Großen angewendet worden ist, hat der Engländer Gladstone angegeben. An ein Paar Wellen, die in ziemlicher Entfernung von einander (eine am Hintertheile und die andere am Vordertheile) quer durch das Schiff laufen, sind zur Seite des Schiffs Trommeln oder Walzen angebracht. Von einer Trommel zur andern geht eine Kette oder ein Paar Ketten ohne Ende so, daß sie gegen das Wasser zu eine bedeutende Krümme bilden, aber sich nicht auf den Trommeln hin und her schieben können. Quer über diesen Ketten sind Schaufeln von Holz oder Eisenblech in solchen Entfernungen angebracht, daß sie die Anlegung der Ketten an der Oberfläche der Trommeln nicht hindern. Auf den Ketten selbst müssen diese Schaufeln immer beinahe senkrecht stehen. Mit einer Art Schaufelkunst oder Eimerkunst zum Ausschöpfen von Wasser oder Schlamm aus

tief liegenden Gründen hat diese Einrichtung Aehnlichkeit.

Die Trommeln werden auf bekannte Weise, eben so wie die Ruderräder (§. 47.), in Umdrehung gesetzt. Die Schaufeln der Kette (die Ruder-Schaufeln) werden dann um die Trommeln gezogen; sie schlagen oder drücken dann gehörig auf das Wasser und schieben so das Fahrzeug auf dem Wasser fort.

§. 88.

Die gewöhnlichen Dampfwagen oder Dampfpferde, wie sie in England, z. B. bei der Stadt Leeds, auf Eisenbahnen, hauptsächlich zum Transport der Steinkohlen, gebraucht werden, haben das Ansehen wie Fig. 1. Taf. IV. An den eisernen Stegen, die in ihrer Vereinigung den Eisenweg bilden, sind an der einen Seite vorstehende Kämme oder Zähne angegossen, oben gehörig abgerundet und ohngefähr 2 Zoll von einander abstehend. Der Wagen selbst aber, worauf die Dampfmaschine sich befindet, hat, außer den gewöhnlichen

vier (niedrigen ganz eisernen) Rädern, in der Mitte zwischen dem linken Hinter- und Vorderrade noch ein fünftes Rad. Dieses Rad ist ein Stirnrad (Sternrad), welches in die Zähne des Eisenweges so eingreift, daß es sich durch seine Umdrehung auf dem Eisenwege bequem hin arbeiten kann.

Es kommt also darauf an, daß dieses Stirnrad von der Dampfmaschine in Umdrehung gesetzt wird. Deswegen enthält seine Axe ein kleineres Stirnrad, in welches von oben ein eben solches kleines Stirnrad eingreift. Die Axe des letztern enthält an ihren beiden Enden eine Kurbel; und diese Kurbeln sind es, welche durch Hülfe von Lenkarmen (§. 59.) durch die auf- und niedergehenden Kolbenstangen zweier Hauptcylinder der Dampfmaschine herumgetrieben werden.

§. 89.

Die beiden zehnzolligen Hauptcylinder der Dampfmaschine befinden sich in dem Dampfkessel selbst. Nur so weit ragen sie daraus her-

vor, als es die Disposition der Hahnen nothwendig machte. Mittelst einer einfachen Steuerung werden die Hahnen durch die Bewegung der Kolbenstangen auf- und zugedreht. Auch der Ofen befindet sich in dem Dampfkessel selbst, um den Raum des Wagens möglichst zu benutzen und mit wenigem Feuer die größte Menge Dampf hervorzubringen.

Das Ganze ist mit hölzernen Dauben eingefaßt, die durch eiserne Reifen zusammen gebunden sind. Dadurch erhält es beinahe das Ansehen eines Fasses. Hinterer und vorderer Boden sind frei und von sehr starkem Eisenblech. An dem hintern ist das Loch zur Feuerung angebracht, und an dem vordern der gekröpfte (oder gebogene) wohl 16 Fuß in die Luft ragende Schornstein, der eigentlich nur ein Rohr von starkem Eisenblech ist. Durch ein anderes Rohr in der Mitte bläßt der aus dem Cylinder entweichende Dampf mit lautem Zischen heraus, weil wegen Mangel an Raum zur Mitführung von Wasser und wegen Verein-

fachung der Maschine kein Condensator da ist. Oben auf dem Fasse befinden sich noch die beiden Sicherheitsventile. — Uebrigens wird die Maschine blos durch die ausdehnende Kraft des Dampfs getrieben, die so stark ist, daß sie auf jeden Quadratzoll wenigstens mit einer Kraft von 60 Pfunden drückt.

Der Kolben jedes Cylinders thut in der Minute 60 Hübe. Die Größe des Kolbenhubs ist 2 Fuß. Das Fortschreiten der Maschine mit dem Wagen und mehrerer durch Ketten hinten in einer Reihe an ihn angehängter Wagen (einer hinter dem andern) ist so, daß ein Mann in starkem Schritte kaum folgen kann. Die Geschwindigkeit der Kolben ließe sich auch wohl bis auf 80 Hübe in der Minute vermehren, wodurch freilich auch die Gefahr des Zerspringens vermehrt würde.

§. 90.

Bei dem preussischen Dampfwagen (§. 52.) geschieht die Erzeugung des Dampfs in einem gegossenen eisernen cylinderförmigen Dampfbe-

hälter von 4 Fuß 3 Zoll Länge und 2 Fuß im Durchmesser. Er ist seiner Länge nach auf einem einfachen Wagengestelle befestigt und an beiden Enden durch einen angegossenen Boden verschlossen, in dessen unterm Theile eine runde Oeffnung sich befindet. Durch diese Oeffnung geht ein zweiter zur Feuerung dienender Cylinder von starkem Eisenblech nach der Feuerröhre hin. An dem untern Ende dieser Feuerröhre ist in derselben der Rost zur Feuerung mit dem Aschenfalle angebracht; das obere Ende derselben bildet den Schornstein.

Soll der Wagen in Bewegung gesetzt werden, so füllt man den Dampfbehälter mit 16 gewöhnlichen Wassereimern Wasser etwa bis zur Hälfte an. Dies Wasser, welches die Feuerröhre von allen Seiten umgiebt, ist hinreichend, durch den aus ihm entwickelten Dampf den Wagen 9 bis 10 Stunden lang in ununterbrochenem Gange zu erhalten.

§. 91.

Von oben sind in dem Dampfbehälter zwei

sorgfältig ausgebohrte gegossene eiserne Cylinder, jeder 1 Fuß 3 Zoll hoch und 6 Zoll weit, eingesenkt. Die Kolben mit ihren lothrechten Kolbenstangen arbeiten in ihnen auf die bekannte Weise dadurch, daß die Dämpfe abwechselnd über und unter sie treten und sie daher bald hinunterwärts, bald hinaufwärts treiben. Die dazu verbrauchten Dämpfe gehen allemal durch eigne Abzugsröhren über und unter dem Kolben hinweg (wie §. 56. zeigte), und zwar in die freie Luft hinein. Die Kolbenstangen setzen eben so, wie bei den englischen Dampfwagen (§. 51. 89.), mittelst der Lenkstangen, Kurbeln und der kleinen Räder, dasjenige Stirnrad in Bewegung, wodurch der Wagen auf den gezahnten Eisenschienen fortgetrieben wird; und von den Lenkstangen geht auch wieder die Bewegung der Steuerung aus, welche Hahnen oder Ventile zur rechten Zeit öffnet und schließt. Die parallelen Eisenschienen liegen 3 Fuß weit von einander.

Auch hier hat das Wagengestelle vier eiser-

ne Wagenräder. Auch hier sind mit dem Dampfwagen durch kurze Ketten die Lastwagen verbunden, welche auf der glatten Eisenbahn fortlaufen. Uebrigens ist dieser preussische Dampfwagen einer von der kleinsten Art. Er zieht nur eine Last von 50 Centnern, durchläuft mit derselben in einer Minute einen Raum von 50 Schritten und verbraucht täglich 1½ Bergscheffel Steinkohlen. Bei Leeds in England zieht ein Dampfwagen eine Last von 1500 Centnern Steinkohlen von den Gruben bis zur Kanal-Ablage drei englische Meilen weit. Ein solcher Wagen kostet etwa 600 Pfund Sterlinge (6600 Gulden).

§. 92.

Da ein einzelner englischer Dampfwagen 150 Centner wiegt, folglich verhältnißmäßig ein ungeheures Gewicht besitzt, so mußten natürlich auch die Eisenbahnen weit stärker und massiver wie gewöhnlich gebaut werden. Das machte natürlich mehr Anlags- und Unterhaltungskosten, welche nicht selten das übertrafen,

was man durch den Maschinenwagen an Pferden sparte. Die Unterhaltung der Maschine ist hier beschwerlich; sie erfordert häufige Reparationen und verdrießliche Unterbrechungen in ihrem Gange. Rechnet man hierzu die Gefährlichkeit dieser Hochdruckmaschinen, welche schon viele Unglücksfälle veranlaßt haben, so darf man sich nicht sehr wundern, daß gar viele solche Dampfwagen in England wieder abgeschafft worden sind.

Griffith's Dampfwagen, sowohl zum Versenden aller Arten von Waaren, als auch zum Gebrauch für Reisende auf den gewöhnlichen Straßen, scheint vorzüglich aus früher (§. 53.) entwickelten Gründen nie in wirkliche Thätigkeit gekommen zu seyn. Mittelst einer eignen Art von Richtung der Vorderräder, vermöge eines besondern Mechanismus, und einer geschickten Lenkung derselben durch eine vorn auf dem Wagen sitzende Person (den Kutscher), sollte man leicht im Stande seyn, den Wagen nach allen möglichen Richtungen hintreiben und

auch umkehren zu lassen. Etwas Aehnliches sollte bei den in Zeitungen angekündigten Dampf-Postkutschen statt finden, die man in England anlegen wollte, und die bis jetzt eben so wenig zur Anwendung gekommen sind.

§. 93.

Weit anwendbarer und daher auch mehr der Beachtung werth scheint folgender bisher wohl noch an keinem Orte ausgeführte Vorschlag des Herrn von Baader in München zu seyn. Man soll die Eisenbahnen nicht waagrecht, sondern etwas abhängig anlegen, so, daß sie eine unmerklich schiefe Fläche bilden. Auf dieser würden die beladenen Wagen beinahe schon von selbst fortrollen, wenn die Bahnen recht glatt und die Räder der Wagen auf das Beste (sehr leicht beweglich) eingerichtet sind. Blos eine sehr geringe noch hinzukommende Kraft würde hier zur wirklichen Bewegung der größten Lasten hinreichen, wenn die Bahn auf eine Strecke von 180 Fuß nur 1 Fuß

Gefälle hätte *). Z. B. ein Mann von mittlerer Stärke würde auf einer solchen schrägen Bahn im Stande seyn, mehrere an einander gehängte Wagen, die zusammen eine Last von 400 bis 500 Centnern ausmachten, fortzuziehen. Es müßte aber auch ferner beim Anfange eines jeden solchen, mehrere tausend Fuß langen Abhanges eine kurze und etwas steile schiefe Fläche angebracht seyn, um daselbst eine gewöhnliche feststehende Dampfmaschine vorzurichten, durch deren Kraft die am Fuße jenes Abhanges angekommenen Wagen an einem Seile oder an einer Kette auf den höchsten Punkt jedes folgenden Abhanges gezogen würden.

*) Gefälle heißt eigentlich der spitzige Winkel, um welchen die schiefe Fläche von der waagrechten (horizontalen) abweicht. Dasselbe kann aber auch ausgedrückt werden durch ein Perpendikel (eine lothrechte Linie) von dem obersten Punkte der schiefen Ebene bis auf die waagrechte. Bei einer Länge der schiefen Ebene von 180 Fuß beträgt das Gefälle 1 Fuß, heißt daher so viel als: das Perpendikel von dem obersten Punkte dieser schiefen Ebene bis auf die waagrechte Ebene ist 1 Fuß lang.

So müßte Abhang an Abhang gränzen, an dem tiefsten Punkte eines jeden die kurze steile Fläche liegen, worauf durch eine Dampfmaschine die Wagen immer wieder auf den obersten Punkt des folgenden Abhangs gezogen würde, um auch diesen wieder von selbst zu durchlaufen; und so fort. Natürlich müßten zwei Reihen solcher nach entgegengesetzter Richtung hinlaufende Abhänge da seyn, damit auch von der andern Seite Wagen herbeikommen könnten. Die nöthigen Dampfmaschinen brauchten blos solche von gewöhnlicher einfacher Bauart und wohlfeiler zu unterhaltende, mit Dampf von mäßiger Elasticität (also keine Hochdruckmaschinen) zu seyn.

Sechste Abtheilung.

Ueber die Kraft der Wasserdämpfe und ihre Wirkung auf feste Massen, z. B. auf den Kolben der Dampfmaschine insbesondere.

§. 94.

Daß die Wasserdämpfe eine große Kraft besitzen, wodurch sie so bedeutende Wirkungen hervorbringen können, und daß diese Kraft mit der Hitze der Dämpfe und mit dem Grade ihrer Verdichtung zunimmt, ja zu einem ungeheuren Grade steigen kann, wissen wir schon aus den bisherigen Belehrungen. Mehrere Naturforscher, z. B. Betancourt, Schmidt, Dalton, Bikker, Rouppe, Woolf u. a. haben darüber sehr belehrende Versuche angestellt. Diese Versuche stimmen zuvörderst darin mit einander überein, daß die Dämpfe von 80 Grad Reaumür Wärme (welche sich also gerade bei der Siedhitze des Wassers entwickelt hat-

ten) dieselbe Kraft, wie der Druck unserer Atmosphäre besitzen, daß aber mit dem Wachsthum der Hitze auch die Gewalt der Dämpfe wächst, und zwar nicht gleichförmig, sondern sehr schnell beschleunigend.

Zu solchen Versuchen diente das Dampfbarometer, welches in der Hauptsache eben so eingerichtet ist, als unser gewöhnliches Barometer, womit wir den Druck der Luft messen. Bei letzterem drückt die Luft in den offenen Schenkel, z. B. in das birnförmige Gefäß auf das Quecksilber; und durch diesen Druck erhält sie das Quecksilber in der langen Röhre auf der bewußten Höhe, etwa auf 27 bis 28 Zoll. Diese Quecksilbersäule ist es, welche mit dem Drucke unserer atmosphärischen Luft balancirt; denn über der Quecksilbersäule ist gar nichts (ein luftleerer Raum, die Torricellische Leere), was auf die Säule drückt. Der Druck der Luft ist daher dem Gewicht dieser Quecksilbersäule gleich.

Nun unterscheidet sich aber das Dampfba-

rometer blos dadurch von jenem Luftbarometer, daß die lange Röhre oder der lange oben verschlossene Schenkel desselben länger, wohl 4 bis 6 Fuß lang ist (weil die Dämpfe das Quecksilber oft weit über den gewöhnlichen Barometerstand hinauftreiben können), daß, statt der Luft, Wasserdämpfe auf das Quecksilber im kurzen Schenkel, z. B. in dem birnförmigen Gefäße drücken müssen, und daß der Apparat aber auch stärker, also in den Haupttheilen von Metall seyn muß, um den Druck der Dämpfe aushalten zu können. Aus dem Gefäße, worin die Wasserdämpfe durch Sieden des Wassers entwickelt werden, strömen sie durch eine eigne Röhre auf das Quecksilber in dem kurzen Schenkel des Barometers. Erst mußten sie freilich die Luft über demselben hinweggetrieben haben. Als dies geschehen war, verschloß man den offenen Schenkel so, daß weiter keine Luft, sondern blos Wasserdämpfe herbeikommen konnten. Diese drückten demnach ganz allein, und an der Höhe der Quecksilbersäule in der langen

Röhre erkannte man dann die Stärke des Drucks. In das Siedegefäß war ein Thermometer fest eingelassen, woran man den Grad der Hitze der Dämpfe wahrnahm.

§. 95.

Auf diese Art fand der Franzose Betancourt die Gewalt der Dämpfe bei 80 Grad Reaumür (der gewöhnlichen Siedehitze des Wassers) dem Druck einer Quecksilbersäule von 28 Zoll Höhe, d. h. dem Druck der Atmosphäre gleich. Hingegen bei 90 Grad Reaumür dem Druck einer Quecksilbersäule von 46$\frac{2}{5}$ Zoll; bei 100 Grad von 71$\frac{1}{5}$ Zoll; bei 110 Grad von 98 Zoll. Er sowohl, als Professor Schmidt in Gießen fanden weiter, daß die Wasserdämpfe bei 96 Grad Reaumür dem doppelten, bei 106 Grad dem dreifachen, bei 112$\frac{1}{2}$ Grad dem vierfachen, bei 160 Grad dem sechsundzwanzigfachen Drucke der Atmosphäre gleich waren.

Anders fielen die Versuche des Engländers Dalton aus, die er mit noch vollkommnern

Apparaten, als jene beiden Naturforscher, anstellte. Er fand nämlich erst bei 112 Grad Reaumür die Dämpfe noch einmal so stark, bei 125 Grad dreimal so stark, bei 136 Grad viermal so stark, als den Druck der Atmosphäre.

§. 96.

Da es für die Benutzung der Wasserdämpfe als Maschinenkraft, besonders bei Dampfmaschinen mit hohem Druck, wegen Anordnungen, welche die Sicherheit betrafen, so höchst wichtig war, das Gesetz zu kennen, wonach auch für höhere Hitzegrade die Elasticität oder die Kraft der Dämpfe zu berechnen sey, und da sich zum Messen einer bedeutend großen Elasticität die Quecksilberröhre nicht gut mehr anwenden ließ, so stellten die berühmten Lehrer des polytechnischen Instituts zu Wien mit einem eignen Apparat und großer Sorgfalt sehr interessante Versuche darüber an. Die Haupttheile des Apparats waren folgende: Eine sehr starke aus zwei Schenkeln bestehende Röhre enthielt in dem einen (schräg liegenden) Schenkel ein Thermo-

meter, woran der Quecksilberstand außen beobachtet werden konnte; in dem andern (stehenden) Schenkel ein sehr genaues Kugelventil. Der Querschnitt der Ventilöffnung betrug hier $\frac{506}{1000}$ Zoll (also sehr wenig über $\frac{1}{2}$ Zoll). Dieses Ventil konnte durch Gewichte, nach Erforderniß stärker oder schwächer, niederwärts gedrückt werden. Es war nämlich mit dem Ventile ein Arm, wie eine Schnellwage, verbunden (ohngefähr wie §. 61. Fig. 3. Taf. I.), woran man jenen Druck zuwege bringen konnte. Ließ man nun Wasserdämpfe, die man heißer und heißer machte, in die Röhre strömen, so drückten sie auch das belastete Ventil. Waren sie stärker, als der niederwärts gehende Druck des belasteten Ventils, so hoben sie dieses in die Höhe.

Da fand sich nun, daß das auf das Ventil drückende Gewicht bei 89 Grad Reaumür $1\frac{1}{4}$ Pfund betragen mußte, um die das Ventil hebenden Dämpfe so eben zurückzuhalten; bei $96\frac{1}{2}$ Grad $2\frac{1}{2}$ Pfund; bei $107\frac{1}{2}$ Grad 5 Pfund;

bei 129 Grad $12\frac{1}{2}$ Pfund; bei 151 Grad 25 Pfund; bei 178 Grad 50 Pfund.

§. 97.

So wie man im Stande ist (nach §. 15.) den Druck von einer, von zwei, von drei, von vier und mehr Atmosphären auf eine bestimmte Fläche in Pfunden anzugeben, so kann man auch umgekehrt den auf eine gewisse Fläche (unter das Ventil) in Pfunden angegebenen Druck in Höhen von Quecksilbersäulen oder in die damit correspondirende Zahl von Atmosphären verwandeln; und da mußte man denn das finden, was folgendes Täfelchen in sechs Versuchen enthält.

Die Belastung des Ventils in Pfunden	Die Höhe der Quecksilbersäule, welche damit correspondirt	Die Temperatur nach Reaumürs Skale.
$1\frac{1}{4}$	$14\frac{5}{100}$	89
$2\frac{1}{2}$	$28\frac{11}{100}$	$96\frac{1}{2}$
5	$56\frac{22}{100}$	$107\frac{1}{2}$
$12\frac{1}{2}$	$140\frac{55}{100}$	129
25	$281\frac{1}{10}$	151
50	$562\frac{2}{10}$	178

§. 98.

Weitere Berechnungen, die sich auf jene Thatsachen gründeten, lieferten Resultate, die in folgender Tafel aufgezeichnet sind:

Grade des Reaum. oder 80 theiligen Thermometers	Elasticität in Quecksilbersäulen, nach Wiener Zollen	Elasticität in Pfunden Wiener Gewichts, auf den Quadratzoll
0 Grade	$\frac{132}{1000}$	$\frac{58}{1000}$
4 —	$\frac{197}{1000}$	$\frac{87}{1000}$
8 —	$\frac{290}{1000}$	$\frac{129}{1000}$
12 —	$\frac{420}{1000}$	$\frac{186}{1000}$
16 —	$\frac{591}{1000}$	$\frac{261}{1000}$
20 —	$\frac{847}{1000}$	$\frac{375}{1000}$
24 —	$1\frac{125}{1000}$	$\frac{497}{1000}$
28 —	$1\frac{665}{1000}$	$\frac{736}{1000}$
32 —	$2\frac{25}{1000}$	$\frac{896}{1000}$
36 —	$2\frac{675}{1000}$	$1\frac{183}{1000}$
40 —	$3\frac{463}{1000}$	$1\frac{532}{1000}$
44 —	$4\frac{453}{1000}$	$1\frac{97}{100}$
48 —	$5\frac{673}{1000}$	$2\frac{51}{100}$
52 —	$7\frac{140}{1000}$	$3\frac{15}{100}$

Grade des Reaum. oder 80 theiligen Thermometers	Elasticität in Quecksilbersäulen, nach Wiener Zollen	Elasticität in Pfunden Wiener Gewichts, auf den Quadratzoll
56 Grade	$8\frac{919}{1000}$	$3\frac{94}{100}$
60 —	$11\frac{5}{100}$	$4\frac{88}{100}$
64 —	$13\frac{57}{100}$	6
68 —	$16\frac{55}{1000}$	$7\frac{32}{100}$
72 —	$20\frac{10}{100}$	$8\frac{89}{100}$
76 —	$24\frac{8}{100}$	$10\frac{65}{100}$
80 —	$28\frac{78}{100}$	$12\frac{6}{10}$
84 —	$34\frac{17}{100}$	$15\frac{1}{10}$
88 —	$40\frac{34}{100}$	$17\frac{8}{10}$
92 —	$47\frac{39}{100}$	$20\frac{9}{10}$
96 —	$55\frac{52}{100}$	$24\frac{5}{10}$
100 —	$64\frac{56}{100}$	$28\frac{5}{10}$
104 —	$74\frac{48}{100}$	$32\frac{9}{10}$
108 —	$85\frac{83}{100}$	$37\frac{9}{10}$
112 —	$98\frac{42}{100}$	$43\frac{5}{10}$
116 —	$112\frac{50}{100}$	$49\frac{7}{10}$
120 —	$128\frac{65}{100}$	$56\frac{9}{10}$
124 —	$145\frac{12}{100}$	$64\frac{2}{10}$

Grade des Reaum. oder 80 theiligen Thermometers	Elasticität in Quecksilbersäulen, nach Wiener Zollen	Elasticität in Pfunden Wiener Gewichts, auf den Quadratzoll
128 Grade	$163\frac{91}{100}$	$72\frac{4}{10}$
132 —	$184\frac{60}{100}$	$81\frac{7}{10}$
136 —	$207\frac{21}{100}$	$91\frac{7}{10}$
140 —	$231\frac{15}{100}$	$102\frac{3}{10}$
144 —	$258\frac{71}{100}$	$114\frac{4}{10}$
148 —	$287\frac{80}{100}$	$127\frac{3}{10}$
152 —	$319\frac{2}{10}$	$141\frac{2}{10}$
156 —	$353\frac{2}{10}$	$156\frac{3}{10}$
160 —	$389\frac{8}{10}$	$172\frac{4}{10}$
164 —	$429\frac{2}{10}$	$189\frac{9}{10}$
168 —	$471\frac{5}{20}$	$208\frac{6}{10}$
172 —	$516\frac{5}{10}$	$228\frac{5}{10}$
176 —	565	250
180 —	$616\frac{7}{10}$	$272\frac{8}{10}$

§. 99.

Bald nach der Einführung der Dampfmaschinen gab man die mechanische Gewalt der-

selben nach Pferdekräften an. Man sagte: diese oder jene Dampfmaschine hat die Kraft von so oder so viel Pferden. So macht man es auch noch immer. Die Ursache dieser Kraftbezeichnung ist die, daß man die Dampfmaschinen meistens an die Stelle der bisherigen Arbeit der Pferde setzte. Durch Pferdekräfte wird dem Besitzer oder Käufer einer Dampfmaschine auch bequem eine vergleichende Ansicht ihrer Wirkung verschafft. Man bezieht sich hierbei gewöhnlich auf ein Gewicht, wie es die Maschine in einer bestimmten Zeit auf eine bestimmte Höhe zu heben vermag.

Watt und Boulton nahmen die Kraft eines Pferdes für eine Arbeit von 8 Stunden des Tages zu 33000 Pfund in einer Minute auf einen Fuß gehoben, oder zu 550 Pfund in einer Sekunde auf einen Fuß an. Indessen ist dieses Maaß einer Pferdeskraft doch zu groß. Denn nach allen hierüber gemachten Erfahrungen ist nur das stärkste Pferd im Stande, eine solche Anstrengung auf kurze Zeit auszuhal-

ten. Wahrscheinlich haben Watt und Boulton jenes Maaß deswegen so hoch angenommen, damit die Maschine auf jeden Fall die versprochene Pferdekraft ersetze, wenn auch, etwa aus Mangel an Aufsicht, die berechnete größte Wirkung vermindert würde.

Nach den genauen, ziemlich im Großen angestellten Versuchen des Engländers Smeaton kann die Kraft eines gewöhnlichen Pferdes, welches acht Stunden des Tages arbeitet, nicht höher angeschlagen werden, als 22000 Pfund, in einer Minute auf einen Fuß gehoben, oder 366 Pfund in einer Sekunde auf einen Fuß. Dies wäre der Arbeit von sechs Menschen gleich.

§. 100.

Um nun die Kraft einer Dampfmaschine zu bestimmen, so muß man erst folgendes wissen: 1) den Flächen-Inhalt des Kolbens, auf welchen der Dampf drückt, oder, welches einerlei ist, die innere Weite des Cylinders; 2) die Höhe des Kolben-Hubes in Fußen; 3) die

Anzahl der Hübe in einer Minute; und 4) die Elasticität des Dampfs, mit welcher der Kolben niedergedrückt wird. Wenn man nun die Höhe des Kolben-Hubes, bei der doppelt wirkenden Maschine doppelt genommen, mit der Anzahl der Hübe in einer Minute multiplicirt, so erhält man die Geschwindigkeit des Kolbens. Multiplicirt man hierauf diese Geschwindigkeit mit dem wirklichen Drucke des Dampfs auf den Kolben, oder multiplicirt man den Flächen-Inhalt des Kolbens in Quadratzollen mit dem Drucke des Dampfs auf einen Quadratzoll in Pfunden, so erhält man die mechanische Wirkung, oder die Anzahl der Pfunde, welche die Maschine in einer Minute 1 Fuß hoch zu heben vermag. Diese Zahl dividirt durch 33000 verwandelt die Angabe ihres Effekts in Pferdeskraft.

Gesetzt, eine doppelt wirkende Wattsche Dampfmaschine habe:

1) einen Cylinder von 24 Zollen Durchmesser, im Lichten;

2) der Kolbenhub wäre 5 Fuß lang;

3) es geschähen 20 Kolbenspiele oder doppelte Hübe (Gänge des Kolbens auf und nieder) in einer Minute;

4) der Druck des Dampfes auf den Kolben wäre $7\frac{3}{10}$ Pfund für den Quadratzoll.

Der Flächen-Inhalt des Kolbens wäre alsdann (nach §. 61. 67.) 452 Quadratzoll, folglich der Druck auf denselben 452 mal $7\frac{3}{10}$, d. i. 3300 Pfund. Die Geschwindigkeit des Kolbens ist 20 mal 2 mal 5, d. i. 200 Fuß. Daher werden hier in einer Minute 3300 Pfund durch einen Weg von 200 Pfund bewegt, mithin 3300 mal 200, d. i. 660000 Pfund in einer Minute 1 Fuß hoch emporgehoben. Die Zahl 660000 durch 33000 dividirt, giebt 20, als die Anzahl der Pferde, durch deren Kraft die Maschine von den angegebenen Dimensionen zu ersetzen wäre.

Wenn die Maschine nur einfach wirkend wäre, nämlich so, daß der Dampf den Kolben nur immer niederdrückte, während die Hebung

desselben nicht durch Dämpfe, sondern durch ein Gegengewicht auf dem Balancier erfolgte, so betrüge begreiflich die Kraft der Maschine nur die Hälfte von jener Bestimmung, wäre also nur derjenigen von 10 Pferden gleich.

§. 101.

Der wirkliche Druck auf den Kolben beruht nicht allein auf der Elasticität des Dampfes, welcher auf ihn strömt, sondern auch darauf, daß auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens kein Dampf und überhaupt nichts mehr ist, was einen Gegendruck bewirken kann. Durch die Condensation, die wohl noch mit einer Luftpumpe zum Hinwegziehen des Dampfs und der Luft verbunden ist, muß man dies (§. 58.) so vollständig wie möglich zu bewirken suchen. Außerdem ist auch noch die Reibung des Kolbens an den Wänden des Cylinders zu berücksichtigen, so wie die Reibung der übrigen Theile der Maschinerie, welche durch den Druck der Dämpfe gleichfalls zu überwältigen ist.

Wenn bei einer solchen Wattschen Dampf-

maschine, wo die Elasticität des Dampfs blos dem Drucke der Atmosphäre gleich ist, das Sicherheitsventil mit einem Gewicht von 2 bis 4 Pfund auf den Quadratzoll belastet wäre, so würde der Druck auf den Kolben $14\frac{3}{7}$ Pfund für den Quadratzoll betragen, vorausgesetzt, daß der Raum unter dem Kolben vollkommen dampf- und luftleer wäre und die Maschine ohne alle Reibung ginge. Da aber beides nicht möglich ist, so beträgt der wirkliche Druck bei Maschinen von geringern Dimensionen bis zu 20 Pferden, kaum die Hälfte jenes größten; bei stärkern Maschinen aber, wo die Kolben-Reibung verhältnißmäßig geringer wird, übersteigt er diese Hälfte nur wenig. Denn immer bleibt allein schon in demjenigen Raume des Cylinders, welchen der Kolben jedesmal durchstreichen soll, Dampf zurück, der noch immer eine drückende Kraft von 1 bis 2 Pfund auf den Quadratzoll besitzen mag.

§. 102.

Aus Beobachtungen vieler Wattscher Dampf-

maschinen entstanden folgende Tafeln, woraus man von der Wirkung derselben, dem Brennstoffaufwand u. dgl. einen deutlichen Begriff erhält.

Erste Tafel.

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Flächen-Inhalt des Kolbens in Quadratzollen	Ganzer Druck auf den Kolben in Pfunden
1	28	199
2	54	392
4	106	777
6	152	1070
8	199	1389
10	245	1718
12	288	2062
14	332	2357
16	373	2666
18	412	3000
20	452	3300
22	493	3630
24	532	3960
26	569	4290

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Flächen-Inhalt des Kolbens in Quadratzollen	Ganzer Druck auf den Kolben in Pfunden
28	605	4620
30	645	4897
32	682	5176
34	721	5500
36	756	5823
38	794	6028
40	832	6346
42	869	6665
44	906	6980
46	943	7298
48	979	7543
50	1020	7857
52	1055	8171
54	1091	8485
56	1136	8800
58	1172	9114
60	1206	9428
62	1246	9742
64	1280	10057

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Flächen-Inhalt des Kolbens in Quadratzollen	Ganzer Druck auf den Kolben in Pfunden
66	1320	10371
68	1360	10686
70	1386	11106
72	1433	11423
74	1472	11740
76	1505	12058
78	1544	12375
80	1590	12692
85	1674	13750
90	1773	14558
95	1862	15367
100	1963	16176
105	2043	16995
110	2145	18333
115	2242	19166
120	2340	20000
126	2463	21000
132	2552	22000
136	2642	22666

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Flächen-Inhalt des Kolbens in Quadratzollen	Ganzer Druck auf den Kolben in Pfunden
140	2734	23503
145	2827	24413
151	2922	25424
156	3019	26265
161	3117	27246
166	3217	28092
172	3318	29258
178	3421	30435
189	3632	32484
200	3848	34555
212	4071	36821

Zweite Tafel.

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Länge des Kolbenhubes in Fußen	Geschwindigkeit d. Kolbens in 1 Minute, in Fußen
1	$1\frac{2}{3}$	$166\frac{2}{3}$
2	2	168
4	$2\frac{1}{2}$	170

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Länge des Kolbenhubes in Fußen	Geschwindigkeit d. Kolbens in 1 Minute, in Fußen
6	3	185
8	3¼	190
10	4	192
12	4	192
14	4½	196
16	4½	198
18	4½	198
20	5	200
22	5	200
24	5½	200
26	5½	200
28	5½	200
30	6	204
32	6	204
34	6	204
36	6	204
38	6½	208
40	6½	208
42	6½	208

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Länge des Kolbenhubes in Fußen	Geschwindigkeit d. Kolbens in 1 Minute, in Fußen
44	6½	208
46	6½	208
48	7	210
50	7	210
52	7	210
54	7	210
56	7	210
58	7½	210
60	7½	210
62	7½	210
64	7½	210
66	7½	210
68	7½	210
70	8	208
72	8	208
74	8	208
76	8	208
78	8	208
80	8	208

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Länge des Kolbenhubes in Fußen	Geschwindigkeit d. Kolbens in 1 Minute, in Fußen
85	$8\frac{1}{2}$	204
90	$8\frac{1}{2}$	204
95	$8\frac{1}{2}$	204
100	$8\frac{1}{2}$	204
105	9	198
110	9	198
115	9	198
120	9	198
126	9	198
132	9	198
136	9	197
140	9	197
145	9	196
151	$9\frac{3}{5}$	196
156	$9\frac{3}{5}$	196
161	$9\frac{3}{5}$	195
166	$9\frac{3}{5}$	195
172	$9\frac{3}{5}$	194
178	10	193
189	10	192
200	10	191
212	10	190

Dritte Tafel.

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Gewicht in Pfunden, in 1 Minute 1 Fuß hoch gehoben	Kohlen-Verbrauch in 1 Stunde in Pfunden
1	33000	20
2	66000	27
4	132000	55
6	198000	73
8	264000	84
10	330000	100
12	396000	117
14	462000	126
16	528000	140
18	594000	153
20	660000	166
22	726000	176
24	792000	187
26	858000	197
28	924000	207
30	999000	216
32	1056000	227
34	1122000	238

Anzahl d. Pferdes=Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Gewicht in Pfunden, in 1 Minute 1 Fuß hoch gehoben	Kohlen=Verbrauch in 1 Stunde in Pfunden
36	1188000	249
38	1254000	258
40	1320000	268
42	1386000	279
44	1452000	286
46	1518000	294
48	1584000	302
50	1650000	310
52	1716000	317
54	1782000	329
56	1848000	336
58	1914000	348
60	1980000	354
62	2046000	366
64	2112000	378
66	2178000	382
68	2244000	394
70	2310000	406
72	2376000	410

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Gewicht in Pfunden, in 1 Minute 1 Fuß hoch gehoben	Kohlen-Verbrauch in 1 Stunde in Pfunden
74	2442000	422
76	2508000	433
78	2574000	437
80	2604000	448
85	2805000	476
90	2970000	504
95	3135000	522
100	3300000	555
105	3365000	577
110	3630000	605
115	3795000	632
120	3960000	660
126	4158000	693
132	4356000	726
136	4488000	748
140	4620000	770
145	4785000	797
151	4983000	830
156	5148000	858

Anzahl d. Pferdes-Kräfte bei doppelt wirkenden Maschinen	Gewicht in Pfunden, in 1 Minute 1 Fuß hoch gehoben	Kohlen-Verbrauch in 1 Stunde in Pfunden
161	5313000	885
166	5478000	913
172	5676000	946
178	5874000	979
189	6237000	1039
200	6600000	1100
212	6996000	1166

Die Anzahl der Kolbenspiele in einer Minute geht hier abwärts von 50 bis 9½, wo 50 die Anzahl derselben bei einer Pferdeskraft, 9½ bei zweihundert und zwölf Pferdeskräften ausmacht. — Uebrigens gelten die Bestimmungspunkte dieser Tafeln auch für einfach wirkende Maschinen. Denn bei gleichen Dimensionen des Cylinders und gleichem Druck auf den Kolben macht ihre Wirkung und ihr Kohlenverbrauch die Hälfte desjenigen bei den doppelt wirkenden Maschinen aus.

§. 103.

Man sieht aus jenen Tafeln, daß der Aufwand des Brennmaterials für eine bestimmte Wirkung der Maschine immer mehr abnimmt, je größer die Maschine wird, daß hierin aber bei einer Stärke von 100 Pferden oder dem Durchmesser des Cylinders von 50 Zollen eine Gränze eintritt. Ueber diese Gränze hinaus erzeugt die weitere Vergrößerung der Maschine keine Verminderung mehr an Aufwand von Brennmaterial. Warum ist nun wohl bei kleinern Maschinen ein verhältnißmäßig größerer Aufwand von Brennmaterial nöthig? Die Beantwortung dieser Frage ist leicht. Nämlich bei kleinern Maschinen findet, verhältnißmäßig zu der Größe des ganzen Effekts, eine größere Reibung des Kolbens und der übrigen Maschinentheile statt. Deswegen nimmt auch mit der Größe der Maschine die Größe des wirksamen Drucks auf den Kolben immer mehr zu, so daß dieser Druck, bei gleicher ausdehnenden Kraft der Dämpfe im Kessel, bei einer Maschine von

zehn Pferdeskräften 7 Pfund, und bei einer von zweihundert und zwölf Pferden 9 Pfund auf den Quadratzoll beträgt. Eine Gränze erreicht diese Verminderung des Brennmaterial-Aufwandes deswegen, weil bei sehr großen Cylindern die Dampfdichtigkeit des Kolbens schwerer zu erhalten ist; und durch den so entstehenden Dampfverlust wird die Ersparniß auf der andern Seite wieder aufgehoben. Auch möchte wohl die bedeutende Größe des Feuerheerdes die Hitze weniger ökonomisch auf den Kessel wirken lassen.

So hat sich ergeben, daß bei einer Dampfmaschine von vier Pferdeskräften mit 100 Pfund Steinkohlen 14 Millionen und 400000 Pfund auf die Höhe von 1 Fuß gehoben werden; bei einer Dampfmaschine von zehn Pferdeskräften 19 Millionen und 800000 Pfund; bei einer Maschine von acht und vierzig Pferdeskräften 31 Millionen und 680000 Pfund; bei einer Maschine von siebenzig Pferdeskräften 34 Millionen und 620000 Pfund; und

bei einer solchen von neunzig Pferdeskräften 35 Millionen und 640000 Pfund.

§. 104.

Der Engländer Stoddart baute in Kornwallis eine ungemein kräftige doppelt wirkende Dampfmaschine nach Wattschen Grundsätzen. Der Cylinder derselben hat 63 Zoll im Durchmesser. Das Gewicht des Wassers in ihren Pumpen beträgt 82000 Pfund. Mit dieser Last macht sie $6\frac{1}{2}$ doppelte Kolbenhübe in der Minute, jeden Hub zu $7\frac{3}{4}$ Fuß. Sie hebt also jene Last 2 mal $6\frac{1}{2}$ mal $7\frac{3}{4}$, d. i. $100\frac{3}{4}$ Fuß hoch in der Minute. Folglich hat sie eine Kraft von $250\frac{1}{3}$ Pferden (wenn man 82000 mit $100\frac{3}{4}$ multiplicirt und durch 33000 dividirt, nach §. 67.).

Mit dieser Stoddartschen Maschine sind noch drei andere verbunden, eine von Williams, deren Cylinder 65 Zoll Durchmesser hat und zu 200 Pferdeskräften berechnet ist; die zweite von Sims, mit einem 63 zolligen Cylinder und von 185 Pferdeskräften; und die dritte von Poldorey, gleichfalls mit einem 63 zolligen

Cylinder und von 196 Pferdeskräften. Alle vier (doppelt wirkenden) Maschinen zusammen haben also die Kraft von $831\frac{1}{3}$ Pferden.

Die Verschiedenheit der Wirkungen bei diesen Maschinen rührt hauptsächlich von der Verschiedenheit der Kessel-Einrichtung und der Feuerung ab. Bei der Stoddartschen Maschine beträgt der Druck des Dampfs auf einen Quadratzoll des Kolbens $26\frac{2}{5}$ Pfund. Sonst aber macht der wirkliche Druck bei einer Maschine von diesen Dimensionen und bei 2 Pfund Ventilbelastung $8\frac{7}{10}$ Pfund auf den Quadratzoll aus. Dort muß also das Ventil ohngefähr mit 20 Pfund belastet seyn, folglich haben die Dämpfe da eine größere Spannung.

§. 105.

Die Menge Dampf, welche zur Bewegung der Maschine nöthig ist, ergiebt sich aus der Geschwindigkeit des Kolbens, multiplicirt mit der Quadratfläche desselben. Bei einer Dampfmaschine von 20 Pferdekräften wären (nach den gelieferten Tafeln) 452 mal 200 mal 12, d. i.

1084800 Kubikzoll oder 628 Kubikfuß Dampf in einer Minute von der Elasticität der Atmosphäre nöthig; oder es müßten 21 Pfund Wasser in der Minute verdampft und diese Dampfmenge müßte in derselben Zeit wieder verdichtet werden *).

Durch neuere Versuche hat man in Erfahrung gebracht, daß zur vollständigen Verdichtung (Condensation) eines Pfundes Wasserdampfs von 80 Grad Reaumür, oder von der Siedhitze, 6½ Pfund Wasser von 12 Grad Reaumür erforderlich ist. Um 6½ Pfund siedendes Wasser auf eine Temperatur von 32 Grad Reaumür herabzubringen, sind 18 Pfund Wasser von 12 Grad Reaum. erforderlich. Diese Kenntniß kann in manchen Fällen von Nutzen seyn.

§. 106.

Gewöhnlich ist die zum Kolbenspiel der

---

*) Es ist wohl kaum nöthig, zu erinnern, daß, wenn der Fuß oder Schuh Längenmaaß in 12 Zolle eingetheilt wird, der Kubikfuß 12 mal 12 mal 12, d. i. 1728 Kubikzolle enthält.

Maschine erforderliche Menge Wasserdampf etwas größer, als man ihn aus der Geschwindigkeit des Kolbens, mit seiner Grundfläche multiplicirt, berechnet. So ist bei der Wattschen Maschine für jeden Kolbenhub ohngefähr $1\frac{1}{4}$ mal so viel Dampf nöthig, als zur Ausfüllung des Cylinders hinreichte. Dies rührt von einem Dampfverluste her, welcher theils von der nicht vollkommenen Schließung des Kolbens, theils von einiger Condensirung beim Eintritt des Dampfes in den Cylinder, vielleicht auch von einiger Condensirung des Dampfs an der Kolbenstange entsteht, die bei ihrem Heraustreten aus dem Cylinder immer etwas abgekühlt wird.

Allerdings ist es nöthig, auf diese größere Dampfmenge sowohl bei der Condensirung, als auch bei der Anlage des Kessels, für eine bestimmte Wirkung der Maschine Rücksicht zu nehmen.

§. 107.

Der Kessel muß natürlich groß genug seyn, um die erforderliche Menge Dampf in sich er-

zeugen zu können. Die Größe der Verdampfung beruht, unter gleichen übrigen Umständen, auf der Fläche, welche vom Feuer bestrichen wird und mit dem Wasser in Berührung steht. Hierüber hat man manche Erfahrungen im Großen gesammelt. Nach diesen Erfahrungen liefert, bei einer gewöhnlichen Kesselfeuerung, 20 Quadratfuß zwischen Wasser und Feuer befindliche Kessel-Fläche in der Sekunde einen Kubikfuß Wasserdampf von der Stärke des atmosphärischen Drucks oder etwas darüber.

Dampf von höherer Spannkraft hat eine verhältnißmäßige Vermehrung der verdampfenden Fläche nöthig. Denn eine erhitzte Fläche, welche in der Sekunde 2 Kubikfuß Dampf von 100 Grad liefert, erzeugt in derselben Zeit nur einen Kubikfuß Dampf vom doppelten atmosphärischen Drucke oder von der doppelten Dichtigkeit; u. s. w.

§. 108.

Woolfs Dampfmaschine haben wir (§. 16.) kennen gelernt. Wir wissen, daß sie einen klei-

nern und einen größern Cylinder enthält, daß der Dampf in dem kleinern Cylinder mit höherer Spannkraft, wie gewöhnlich, wirkt und daß er dann in den größern Cylinder tritt, um da durch seine Ausdehnung abermals eine Wirkung zu erzeugen. Durch früheres Absperren des Dampfs hat Watt schon früher dieselbe Wirkung erhalten. Freilich unterscheidet sich Woolfs Methode von dieser Wattschen auch dadurch, daß dort Dampf von höherer Spannkraft angewendet wird. Auch verwendet Woolf große Sorgfalt auf die Dampfdichterhaltung des Kolbens. Diese bewerkstelligt er entweder durch Oehl, Wachs, Quecksilber oder ein leichtflüssiges Metall (aus Zinn, Blei und Wismuth), welche über dem Kolben in einer der Elasticität des Dampfs angemessenen Höhe sich befinden; auch wohl dadurch, daß er den Dampf nicht unmittelbar auf den Kolben, sondern auf eine Zwischensäule von jenen Flüssigkeiten wirken läßt. Die Flüssigkeiten befinden sich dann in einem eignen, mit dem untern

Theile des Cylinders durch eine Röhre in Verbindung stehenden Gefäße. Der Dampf tritt in dieses Gefäß und treibt die Flüssigkeit aus demselben in den Cylinder. Allen Dampfverlust durch den Kolben verhindert dieses Mittel; es macht aber die Maschine zusammengesetzter und künstlicher.

Von zwei solchen im Jahr 1815 in den Gruben von Kornwallis angelegten Woolfschen Maschinen setzt die eine, deren großer Cylinder 53 Zoll im Durchmesser hat, sechs Pumpen in Bewegung, die bei jedem Hube 37982 Pfund Wasser 7½ Fuß hoch emporheben. Die zweite, deren großer Cylinder 45 Zoll weit ist, hebt eine Last von 24050 Pfund 7 Fuß hoch. Ueberhaupt hat man gefunden, daß die größte Wirkung einer solchen Woolfschen Maschine 56 Millionen und 900000 Pfund auf einen Fuß gehoben mit einem englischen Scheffel (Buschel) oder 88 Pfund Steinkohlen; die größte Wirkung einer Wattschen Maschine mit demselben Kohlenverbrauch nur 30 Millionen, ebenfalls

auf einen Fuß gehoben, ausmacht. Die höchste Wirkung einer Woolfschen Maschine ist also beinahe noch einmal so groß, als diejenige einer Wattschen Maschine.

§. 109.

Die große Wirkung der Woolfschen Maschine hat freilich ihren Hauptgrund in der Anwendung der Dämpfe von höherer Spannkraft und desjenigen Grundsatzes der ausdehnenden Kraft der Dämpfe, wodurch ohne neuen Dampf-Aufwand ein Theil der Wirkung durch die bloße Ausdehnung der in gleicher Temperatur gewonnenen Dämpfe erhalten wird. Aber auch die oben beschriebene dampfdichte Liederung des Kolbens macht viel aus; denn eben dadurch kann fast ein Viertheil der ganzen gewöhnlich erforderlichen Dampfmenge erspart werden.

Die Dämpfe von höherer Spannkraft erfordern übrigens verhältnißmäßig zu dem erhöhten Drucke nur etwas weniger Wärme zu ihrer Bildung. Um z. B. einen Kubikfuß Dampf von drei Atmosphären Druck zu bekom-

men, ist nur etwas weniger Wärme nöthig, als zur Erzeugung von drei Kubikfuß Dampf von dem einfachen Drucke der Atmosphäre.

Allerdings ist es bei großen Maschinen sehr zweckmäßig, wie es Woolf und Edward machten, zwei Cylinder statt eines einzigen anzuwenden. Alsdann kann auch der kleinere Cylinder, in welchem der Dampf mit der höhern Spannkraft wirkt, im Verhältniß dieser Elasticität, die gehörige Stärke und Kolben-Liederung erhalten *). Die Kolben-Liederung des großen Cylinders braucht nur eine dem einfachen atmosphärischen Drucke entsprechende Dichtigkeit und Reibung zu bekommen. Dies Al-

*) Das Wort Liederung kommt von Leder her. Kolben-Liederung heißt daher ursprünglich so viel, als: Ueberzug des Kolbens mit Leder, wie es bei den Wasserpumpen der Fall ist. Jetzt redet man aber von Liederung, wenn auch gar kein Leder mehr zum Ueberzuge des Kolbens gebraucht wird. So sagt man: Hanf-Liederung, Spahn- (oder Holz-) Liederung, Stahl-Liederung, u. s. w.

les wird begünstigt, wenn man die Ausdehnung des Dampfs schon in dem kleinen Cylinder anfangen läßt, oder den Zufluß des Dampfs in denselben absperrt, ehe der Kolben ihn ganz durchlaufen hat.

§. 110.

In der Dampfmaschinen-Fabrik zu Bolton, welche unter dem Namen Union von den Herren Thwaites, Hick und Rothwell geleitet wird, kostet eine Dampfmaschine, nach Watts Einrichtung:

in der Stärke von	2	Pferden	4500	Franken*)
„ „ „ „	4	„	8750	„
„ „ „ „	6	„	11250	„
„ „ „ „	8	„	13000	„
„ „ „ „	10	„	14500	„
„ „ „ „	12	„	16000	„
„ „ „ „	14	„	17500	„
„ „ „ „	16	„	19250	„

*) Ein Franke macht jetzt ohngefähr ½ Gulden rheinisch aus. Ein Pfund Sterling 11 bis 12 Gulden, folglich 22 bis 24 Franken.

in der Stärke von 20 Pferden	22500	Franken
= = = = 25 =	26250	=
= = = = 30 =	30000	=

So wäre es also hiernach, in Hinsicht der ersten Ausgabe, vortheilhafter, größere Dampfmaschinen, als kleinere anzuwenden; denn bei einer Maschine von 2 Pferden käme eine Pferdeskraft auf 2250, bei einer solchen von 30 Pferden nur auf 1000 Franken. Sonst nahm man in England gewöhnlich an, daß die Kosten einer Dampfmaschine so viele mal 50 Pfund Sterlinge ausmachen, als sie Pferde repräsentirt.

Siebente Abtheilung.

Die Gefahren bei Dampfmaschinen, Dampfschiffen und Dampfwagen und ihre Vermeidung oder Verminderung.

§. 111.

Schrecklich ist das Unglück, wenn der Kessel einer Dampfmaschine springt; Tod und Verderben verbreitet eine solche Explosion gewöhnlich um sich her, ähnlich der Zerstörung, die entzündete Pulverfässer oder Pulvermagazine anrichten. Daß die Wirkung einer solchen Explosion fürchterlich seyn muß, ist wohl aus den bisherigen Beschreibungen der Dampfmaschinen und ihrer ausserordentlichen Kraft deutlich genug zu sehen.

So sprang z. B. im Sommer 1815 der cylinderförmige von dem dicksten Eisen gegossene Kessel einer Dampfmaschine auf dem Stein-

kohlenbergwerke der Herren Nascham und Compagnie zu Newbottle in der Grafschaft Durham mit einer fürchterlichen Explosion, wodurch 50 Personen theils getödtet, theils verwundet und schrecklich verbrannt wurden. So sprang vor noch nicht zwei Jahren der Kessel der Maschine auf dem amerikanischen Dampfschiffe Aetna, wodurch das ganze Schiff zertrümmert und viele Menschen getödtet wurden. Und so waren schon früher eben so schreckliche Explosionen auf amerikanischen Dampfschiffen erfolgt, z. B. auf der Atalanta, auf der Bellona, auf dem Adler, auf der Distel u. s. w.; so wie auf englischen, z. B. auf demjenigen zu Norwich. Die meisten Dampfmaschinen, welche sprangen, waren freilich solche mit hohem Druck. Aber auch bei solchen mit niedrigem Druck ist schon ein Zerspringen erfolgt, wobei die Wirkung oft nicht minder fürchterlich war. Freilich hören auch diese Maschinen auf, Maschinen mit niedrigem Druck zu seyn, wenn das Feuer zu stark ange-

schürt, oder der übermäßig anwachsende Dampf durch eine Störung an den Sicherheitsventilen an seiner Entweichung verhindert wird. Ein solcher Unfall, der mehreren Menschen das Leben kostete, ereignete sich vor mehreren Jahren zu Creusot in Frankreich an einer Dampfmaschine mit niedrigem Drucke.

Einigemal lief es auch sehr gnädig mit den Explosionen ab. Zu Paris sprang einst an einer Dampfmaschine mit mittlerm Druck der Kessel unten; das Wasser löschte das Feuer aus und erschütterte kaum die Ofenmauer. Zu Peronne in Frankreich brach an einer Dampfmaschine mit hohem Druck der Waagbaum (Balancier); der Dampf trieb nun den Kolben sammt seiner Stange durch Decke und Dach des Gebäudes, ohne Jemand zu verletzen.

§. 112.

Daß der Dampf mit hoher Spannkraft, obgleich er allerdings große Festigkeit der Maschinentheile, vorzügliche Güte des Materials zu der Maschine, besonders zu dem Kessel, und

beste Bearbeitung desselben erfordert, nicht immer an dem Unglücke des Zerspringens Schuld ist, zeigten folgende Thatsachen bei dem amerikanischen Dampfschiffe Aetna. Der Dampfkessel dieses Schiffs war einige Tage vor der Explosion gereinigt und durch sachverständige Maschinisten sorgfältig untersucht und im besten Zustande befunden worden. Das Schiff ging zur Zeit der Explosion nur mit 18 Umläufen seiner Ruderräder in jeder Minute, während dessen gewöhnlicher Gang, womit es vorher zehn Jahre lang mit aller Sicherheit auf dem Flusse Delaware hin und her getrieben wurde, 21 bis 22 Umläufe erforderte. Man hat vollen Grund, zu glauben, daß der Kessel, welcher zersprang, beinahe leer von Wasser war. Aber das gekrümmte Rohr, welches diesem Kessel sein Wasser zuführte, fand man fast gänzlich verstopft durch eine harte Substanz (Kalk oder Gyps, aus dem Seewasser abgesetzt); und dieser Verstopfung möchte wohl das ganze Unglück zuzuschreiben seyn. Aus dem

geborstenen Kessel wurde auch, so viel man weiß, gar kein Wasser ausgeworfen.

Auf allen Dampfschiffen hält man es für höchst gefährlich, wenn das Wasser in den Kesseln zu seicht wird, welches man aber vermöge der Proberöhren (§. 61.) durchaus verhüten kann. Ist das Wasser des Kessels beinahe verdampft, so kann das übrige durch Glühendwerden des Kessels zersetzt werden, so daß Wasserstoffgas oder brennbare Luft in dem Kessel bleibt, die ebenfalls sehr gewaltsame Explosionen bewirken kann *).

*) Wasser auf blos heißem Eisen oder anderm heißen Metalle, verdampft oder verwandelt sich durch den Wärmestoff blos in Wasserdämpfe, welche in die Höhe steigen. Aber Wasser auf glühendem Metalle wird in seine beiden Bestandtheile, Wasserstoff und Sauerstoff, zersetzt. Den Sauerstoff schluckt das Metall ein; der Wasserstoff allein bleibt mit dem Wärmestoff als unsichtbare brennbare oder entzündbare Luft (Wasserstoffluft oder Wasserstoffgas) vereinigt. Auch diese besitzt eine große ausdehnende Kraft; entzündet kann sie große Verheerungen anrichten.

§. 113.

Soll man nun wohl aller Unglücksfälle wegen, welche die Dampfmaschinen schon angerichtet haben und noch anrichten werden, ihre Erfindung verwünschen? Soll man insbesondere wünschen, daß die Dampfschiffahrt abgeschafft werde? — Das wäre in der That sehr unrecht und unvernünftig zugleich. Fast immer ist der Mensch bei seinen Beschäftigungen, Reisen ꝛc. von Gefahren umschwebt, denen er ausweicht, so gut er kann. Manches Unglück entsteht hierbei durch Sorglosigkeit, durch Mangel an Aufmerksamkeit u. dgl. Und da es in der Natur des Menschen liegt, über ein Unglück durch Explosion (von Dampf, Pulver ꝛc.), welches mit großem Geräusch verbunden ist, mehr zu erschrecken, als über jedes andere, das eben so schlimme Folgen hat, so wird es auch in Zeitungen als etwas gar sehr Fürchterliches und ungewöhnlich Gräßliches dargestellt. Die durch Zerspringen der Dampfmaschinen herbeigeführten Unglücksfälle zeigen aber ebenfalls

nur, daß Sorgfalt und Aufmerksamkeit hier, wie überall, nöthig ist; und wenn auch bei der größten Sorgfalt hier, wie überall, nicht alle Gefahr ganz und mit voller Gewißheit verhütet werden kann, so muß man wohl bedenken, daß jeder Arbeiter, jeder Reisende stets mehr oder weniger Gefahren ausgesetzt ist, daß z. B. der Bergmann, der Müller rc. auch durch Stürzen, Verschütten, Zerquetschen u. dgl., der Reisende durch Scheuwerden der Pferde, durch Umwerfen oder Brechen des Wagens, der Schifffahrer durch Schiffbruch (ohne Dampfmaschine) verunglücken kann. Wollte man alle Unglücksfälle, welche auf diese Art sich ereigneten, zusammenzählen, so würde man finden, daß hierdurch von Zeit zu Zeit mehr Menschen ihr Leben verloren haben, als durch alle Dampfmaschinen, Dampfschiffe und Dampfwagen.

Aber sorgen müssen wir dafür, daß so selten wie möglich Unglück durch Dampfmaschinen entstehe; und das können wir auch, wenn wir jede Behutsamkeit im Baue dieser Maschi-

nen, sowohl bei denen mit hohem, als auch bei denen mit niedrigem Druck, beobachten, wenn man oft und fleißig ihren Zustand untersucht und keine Vorsicht verabsäumen läßt, die bei ihrer Unterhaltung und Besorgung nothwendig ist. Unwissenheit oder Nachlässigkeit, entweder bei der Verfertigung der Maschinen, oder bei der Beschickung, besonders Heitzung derselben, waren am meisten an ihrem Zerspringen Schuld.

§. 114.

Die Akademie der Wissenschaften zu Paris ließ vor ein Paar Jahren durch einen aus den geschicktesten Männern vom Fach bestehenden Ausschuß die Vortheile und Gefahren der Dampfmaschinen untersuchen und diejenigen Mittel aufstellen, wodurch die Gefahren verhütet oder vermindert werden müßten. Der Beschluß dieser Männer fiel dahin aus, daß Dampfmaschinen, wenn sie gehörig gebaut sind und unter guter Aufsicht stehen, mit vollkommener Sicherheit zu Lande und auf Schiffen, selbst auf

Paketbooten, angewendet werden können. Dieselben Sachverständigen kamen auch darin überein, daß, nur mit einigen Ausnahmen, auch Dampfmaschinen mit hohem Druck zu eben diesem Dienst mit Sicherheit gebraucht werden können, wenn man nur die Vorsicht nie aus den Augen setzt, gute Kessel und gute Sicherheitsventile anzuwenden. Die allermeisten von jenen Männern gaben den Kesseln aus geschlagenem Eisen vor denjenigen aus Gußeisen den Vorzug. Beim wirklichen Zerspringen können Kessel aus geschlagenem Eisen nie das Unglück anrichten, als diejenigen aus Gußeisen. Jene zerreißen mehr, als daß sie zerspringen und ihre Stücke umherschleudern. — Doch sprang zu Edinburg auch einmal eine Dampfmaschine mit einem Kessel aus geschlagenem Eisen, welches aber davon herrührte, daß der Kessel zu sehr vernagelt war.

Die Untersuchungen über das Zerspringen des Dampfbootes zu Norwich und mehrerer anderer ähnlicher Unglücksfälle, welche sich mit

Dampfschiffen und mit Dampfmaschinen in Bergwerken, in Fabriken ꝛc. ereigneten, thaten dar, daß das Unglück theils durch den schlechten Bau und die schlechten Materialien des Kessels, theils durch Ueberladung der Sicherheitsventile veranlaßt worden war. Durch letztern Umstand wurde die Spannkraft des Dampfs auf eine Höhe gebracht, für welche die Stärke des Drucks nicht berechnet war.

§. 115.

Nimmt man alle diese und andere Umstände zusammen, so möchten wohl folgende, größtentheils von den Pariser Akademikern vorgeschlagene Mittel jenen Unglücksfällen vorbeugen und dem Gebrauch der Dampfmaschinen zu Lande und zu Wasser die nöthige Sicherheit verschaffen:

1) Die Dampfkessel aller Maschinen müssen aus geschlagenem Eisen oder aus Kupfer verfertigt seyn.

2) Die Dampfkessel der Dampfschiffe ins-

besondere werden an dem nächsten Hafen des Orts, von welchem sie ausgehen, einregistrirt.

3) Ehe eine Dampfmaschine, z. B. eine solche für ein Schiff (zu einem Dampfschiffe) gebraucht werden darf, muß der Kessel derselben von einem erfahrnen Mechaniker oder von einem andern Sachverständigen auf das Sorgfältigste untersucht werden, ob er auch stark genug sey und mit voller Sicherheit gebraucht werden könne.

§. 116.

Bei Maschinen, deren Druck zwei bis vier Atmosphären beträgt, müssen die Kessel so stark seyn, daß sie einen fünfmal stärkern Druck auszuhalten vermögen, als sie während ihres Gebrauchs bei der Maschine, für welche sie bestimmt sind, auszuhalten haben. Ist der Druck aber über vier Atmosphären stark, so müssen die Kessel noch viel stärker seyn. Diese Stärke prüft man am besten mittelst der hydromechanischen Presse. Mit dieser Presse hat es folgende Bewandniß.

Wenn eine hohe, z. B. blechene, Röhre, die gar nicht weit zu seyn braucht, mit einem weiten Gefäße in Verbindung gebracht und dann sammt dem Gefäße mit Wasser gefüllt wird, so leidet die Decke des Gefäßes, etwa der fest geschraubte Deckel desselben, von der Höhe der Wassersäule in der Röhre einen Druck, welcher nicht dem Gewicht dieser Wassersäule, sondern dem Gewicht einer solchen Wassersäule gleich ist, deren Grundfläche die Größe jener Decke besitzt und deren Höhe der Höhe der Wassersäule in der Röhre gleich kommt. Betrüge z. B. die Größe jener Decke 4 Quadratfuß und die Höhe der mit Wasser ganz angefüllten Röhre 40 Fuß *), so wäre der Druck, den die Decke

*) Unter Höhe der Röhre versteht man das Perpendikel oder die lothrechte Linie, von dem obersten Punkte der Röhre bis zu der Decke des Gefäßes herabgelassen. Es kann also die Höhe der Röhre von der Länge derselben sehr verschieden seyn, z. B. wenn die Röhre schräg hinauf läuft. Nur dann ist Höhe mit Länge einerley, wenn die Röhre vollkommen lothrecht auf dem Gefäße steht.

erlitte, dem Gewicht einer Wassersäule von 4 Quadratfuß Grundfläche und 40 Fuß Höhe, folglich von 4 mal 40 d. i. 160 Kubikfuß gleich. Hätte man hier Pariser Maaß angenommen, und rechnet man den Pariser Kubikfuß Wasser zu 70 Pfund, so würde 160 mal 70, d. i. 11200 Pfund das drückende Gewicht anzeigen. Je höher die Röhre bei einerley Weite des Gefäßes (oder Größe der Decke), oder je weiter das Gefäß bei einerley Höhe der Röhre ist, desto stärker wird jener Druck. Wendet man ihn zu irgend einer Pressung an, so macht diese Vorrichtung die hydrostatische Presse aus.

Dem Druck der in der Röhre befindlichen Wassersäule kann man, besonders wenn man keine gar zu hohe Röhre anwenden will, dadurch zu Hülfe kommen, ja zu einem ungeheuren Grade verstärken, wenn man eine äußere mechanische Gewalt, und zwar die Hebelskraft mit der drückenden Wassersäule in Verbindung bringt. Alsdann verwandelt sich die hydrosta-

tische Presse in eine hydromechanische. Man denke sich unmittelbar über der Wassersäule in der Röhre einen kleinen an die innere Röhrenwand genau anschließenden Kolben (wie ein kleiner Wasserpumpen-Kolben). Dieser Kolben hänge an einer Stange von dem Punkte eines einarmigen Hebels herab, der ziemlich nahe an dem Umdrehungspunkte des Hebels liegt. Dieser Umdrehungspunkt befindet sich (in einem Gewinde) an dem einen Ende des Hebels. Das andere Ende dieses Hebels hat einen Handgriff, woran man den Hebel auf und nieder bewegen kann. Ist nun der Angriffspunkt der Kraft etwa zehnmal so weit von dem Umdrehungspunkte des Hebels entfernt, als der Angriffspunkt der Last (derjenigen Stelle, von welcher der kleine Kolben in die Röhre hineinhängt), so wird dadurch der Druck der Wassersäule verzehnfacht. Leicht kann man also auf diese Art an der Decke des Gefäßes einen Druck von 11200 Pfund (wenn wieder obiges Beispiel gewählt wird) hervorbringen. Durch

Vergrößerung des Hebelsarms der Kraft und durch Anbringung einer stärkern Kraft an dem Ende des Hebels ist es leicht, die Kraft bis auf viele Hunderttausende, ja bis auf Millionen zu verstärken *).

Die hohe Röhre mit dem zu prüfenden Dampfkessel in Verbindung zu bringen, wird Jeder leicht selbst bewerkstelligen können.

§. 117.

Der Kessel muß mit hinlänglich starken und gehörig eingerichteten Sicherheitsventilen versehen seyn. Zu einem dieser Ventile darf der Arbeiter (Schürer oder Aufseher), welcher die Maschine zu bedienen hat, nicht gelangen können; das andere hingegen ist demselben, so wie jeder Person zugänglich. Nach Umständen darf der Arbeiter den Druck dieses Sicherheitsventils wohl vermindern, aber nie

*) Eine genauere Beschreibung der hydrostatischen und hydromechanischen Presse, sammt Erklärung ihres Effekts, findet man in meiner Ausführlichen Volksnaturlehre. Tübingen 1824. 8. S. 171 f.

vermehren. Wem die Untersuchung der Sicherheitsventile obliegt, der muß sie gehörig prüfen und die Stärke des Drucks bescheinigen, die sie zu öffnen vermag. Ueber ein Drittel derjenigen Stärke, für welche der Kessel berechnet und auf welche derselbe geprüft worden ist, darf jene Stärke nie betragen; und nie darf sie das Sechstel der Kraft übersteigen, welche der Kessel wirklich noch, vor der berechneten Berstung desselben, zu ertragen vermag. Jeder muß strenge bestraft werden, der auf das Sicherheitsventil noch ein Gewicht legt.

Durch ein Gitter, womit man die Sicherheitsventile versieht, kann man den Arbeitern die Ueberladung derselben unmöglich machen. Denn das unwandelbare Gewicht der Ventile ist ja so berechnet, daß das Ventil von dem Dampfe gehoben wird, sobald dieser die Gränze der Elasticität übersteigt, für welche der Kessel geprüft wurde. — Uebrigens sollte bei starken Maschinen der Kessel stets mit einer wenigstens 3 Fuß dicken Mauer umgeben und eben

so viel Zwischenraum sollte sowohl zwischen dieser Mauer und dem Kessel, als auch zwischen der Mauer und dem Mauerwerke der Nachbarschaft seyn.

§. 118.

Durch die Länge der Zeit, oder aus unverzeihlicher Nachlässigkeit könnten die Sicherheitsventile so schmutzig oder so rostig werden, daß sie aufhörten, zu spielen. Alsdann wäre man wieder nicht gesichert gegen Explosionen. Um aber auch in diesem Falle gegen Unglück geschützt zu seyn, so ist vorgeschlagen worden, an dem obern Theile des Kessels ein Paar Zapfen (§. 21.) oder besser Scheiben von einer Metall-Composition einzusetzen, die bei einem bestimmten Grade der Temperatur, folglich auch des Drucks der Dämpfe, flüssig wird. Dieser Grad muß etwas höher seyn, als zur Bildung des Dampfs von gehöriger Spannkraft für die gewöhnliche Arbeit der Maschine nöthig ist. Man bedient sich dieses Verfahrens schon bei den sogenannten Schließ-

Töpfen auf folgende Weise. Wäre z. B. die Temperatur, unter welcher man den Schließ-Topf gebraucht, 110 Grad, so setzt man zwei Scheiben in ihn ein, wovon die eine bei 120, die andere bei 130 Graden schmelzt. Die schmelzbarere Scheibe muß aber kleiner seyn, als die weniger schmelzbare, damit der Dampf häufiger und schneller entweichen könne, wenn die Oeffnung, worin die kleine Scheibe eingelassen ist, nicht zureichen sollte. Jede Scheibe wird unter dem Deckel des Schließ-Topfes angebracht, und zwar in einem offenen und kreisförmigen Gehäuse, welches nach Innen zwei bis drei Schraubengänge darbietet. Unter die schmelzbare Scheibe wird eine Vater-Schraube angeschraubt, die wie ein Schaumlöffel mit einer Menge von Löchern durchbohrt ist, damit der aus dem Kessel aufsteigende Dampf eine Menge Berührungspunkte an dem schmelzbaren Metalle finde. Die Erfahrung bewieß, daß die Schmelzung der kleinern Scheibe immer hinreichte; denn wenn diese einmal geschmolzen

war, so konnte man die Temperatur im Kessel nie mehr so hoch treiben, daß die größere Scheibe auch geschmolzen wäre.

Wollte man nun solche Scheiben in dem Deckel des Kessels anbringen, so müßte man die Composition dazu so wählen, daß sie bei 20 Grad über derjenigen Temperatur schmolzen, die mit dem Drucke correspondirt, unter welchem die Maschine arbeitet *).

§. 119.

Von Pariser Akademikern wurden auch die gegossenen eisernen Kessel, als die weniger sichern, besonders untersucht, und zwar an Ma-

*) Zinn schmelzt bei 160, Bley bei 250, Wismuth bei 205 Grad Reaumür. Aber viel leichter schmelzt ein Gemisch von Bley und Zinn; am leichtesten eine Composition von Zinn, Bley und Wismuth. So schmelzt die Composition aus 1 Theil Zinn, 1 Theil Bley und 2 Theilen Wismuth schon in kochendem Wasser (also bei 80 Grad Reaumür). Durch Versuche muß man nun diese Metalle nach solchen Verhältnissen zusammen setzen, daß ein Gemisch herauskommt, welches gerade die erforderliche Schmelzbarkeit besitzt.

schinen von mittlerem Druck nach Woolfscher Art, an welchen dieser Druck eine bis drei Atmosphären betrug. Diese Verschiedenheiten des Drucks, wie sie durch die größere oder geringere Hitze entstehen, werden durch eine mit Quecksilber gefüllte Röhre angezeigt, die man Manometer zu nennen pflegt.

Wenn an den Woolfschen Maschinen ein Unglück entstände, so würde dieses in der Regel (wie bei allen andern Dampfmaschinen) durch Kessel und Zugehör veranlaßt werden. An den Cylindern passirt höchst selten etwas. Der Kessel und die Sudröhren (die Röhren, welche, wie auch bei der Edwardschen Maschine, parallel unter dem Kessel hinlaufen, womit man sie durch Hälse verbunden hat) sind hier aus Eisen vom zweiten Gusse, welches milder, zäher und fester ist. Dem Kessel giebt man die Form eines horizontal liegenden Cylinders, der sich an beiden Enden halbkugelförmig schließt. Die Dicke des Kessels und der Sudröhren ist gegen 1½ Zoll. Anfangs machte

man sie noch einmal so dick; indessen fand man eine solche Dicke bald unschicklich. Denn diejenigen Theile, welche unmittelbar der Wirkung des Feuers ausgesetzt waren, mußten eine sehr hohe Temperatur annehmen, ehe sie dem in dem Kessel und in den Sudröhren enthaltenen Wasser die gehörige Temperatur mittheilen konnten. Und dann war ja auch die Ausdehnung des Metalls durch die Hitze gar zu ungleich; die äußern Theile, welche unmittelbar mit dem Feuer in Berührung waren, dehnten sich viel mehr aus, als die innern, welche das Wasser berührten. Bei eintretender Abkühlung entwich die Wärme eben so ungleich. Durch eine solche ungleiche Ausdehnung konnte gerade ein Springen veranlaßt werden.

Die Sudröhren haben einen viel kleinern Durchmesser als der Kessel; an kleinern Maschinen ist er kaum halb so groß, als der Durchmesser des Kessels; an größern beträgt er kaum ein Drittel. Diese, mit dem Kessel unmittelbar über dem Feuerheerde parallel laufenden

Röhren sind durch eine Reihe horizontal gelegter Binde-Ziegel in den kleinen Zwischenräumen, die sie trennen, der ganzen Länge nach so mit einander verbunden, daß die Flamme und die strahlende Hitze sie, und zwar nur sie allein, unmittelbar treffen kann. Seitenröhren lassen die Hitze in Windungen aufsteigen und sich in dem hohlen Raume verbreiten, den man absichtlich zwischen den Wänden, unter dem Kessel und über den Sudröhren, angebracht hat. Da übrigens der Kessel durch die Hitze weniger stark und weniger plötzlich angegriffen wird, als die Sudröhren, so ist er auch weniger dem Verderben durch das Feuer ausgesetzt. Spränge daher irgend ein Theil, so würde es der untere Theil der Röhren und nicht der Kessel seyn. Durch ein solches Springen würde wohl blos das Feuer auf dem Heerde ausgelöscht werden.

§. 120.

An Woolfschen Dampfmaschinen, die weniger Kraft haben, als vier Pferde, besteht der Kessel aus einem einzigen Stücke; an grö

ßern bis zu vier und zwanzig Pferdes-Kräften besteht er aus zwei, an noch größern aus drei Stücken. Diejenigen Stellen, woran die Theile des Kessels an einander stoßen, sind durch innere Halsbänder von gleicher Dicke, aber viel größerer Breite, mit den Wänden des Kessels verbunden. Diese Halsbänder liegen flach aufeinander und werden durch Schraubenbolzen von geschlagnem Eisen unter einander verbunden. Gewöhnlich nimmt man so viele Bolzen, als die Zahl der Pferde beträgt, deren Kraft die Maschine gleich kommt, wenn diese Zahl noch nicht zwanzig ausmacht.

Der Durchmesser der Bolzen, die Stärke der Köpfe und Schraubenwindungen derselben ist so beschaffen, daß der Kessel an der Stelle der Zusammenfügung seiner Theile stärker ist, als an jedem andern Theile. Ein eisenhaltiger Kitt wird mit Meisel und Hammer zwischen die Fugen der an einander liegenden Theile eingetrieben, um dem Dampfe auch nicht den mindesten Durchgang zu gestatten. Die Sudröh-

ren, welche an ihrem untern Theile gebogen sind, passen mit dieser Biegung in kreisförmige Oeffnungen. Ihre Verbindung mit dem Kessel geschieht übrigens auf dieselbe Weise, wie die der Kessel-Theile unter einander. — Nicht blos der Kessel, sondern auch die Sudröhren werden vor dem wirklichen Gebrauch mit der hydromechanischen Presse probirt. Auch sie müssen wenigstens fünfmal stärker seyn, als der Druck der Dämpfe ist, den sie auszuhalten haben.

§. 121.

Eine der größten Gefahren aller Dampfmaschinen mit hohem Druck liegt noch darin, daß der Kessel durch eine besondere Druckpumpe gespeiset, d. h. mit dem nöthigen Zufluß von Wasser versehen werden muß. Auf die beständige und regelmäßige Wirkung dieser Pumpe kann man sich nie verlassen; da hingegen bei den Maschinen mit niedrigem Druck das Nachfüllen des Dampfkessels durch den bloßen hydrostatischen Druck eines Speiserohrs (§. 58.) geschieht, dessen Wirkung immer von Außen sicht-

bar und leicht zu regieren ist, und durch welches zugleich, wenn das Sicherheitsventil etwa verstopft werden sollte, der zu hoch gespannte Dampf mit einem Theil des Wassers ohne alle Gefahr sich entladen kann.

Solche Gefahren können nun gewiß auch bei Perkins Dampfmaschine (§. 18. 19.) eintreten. Wenn z. B. die Druckpumpe still steht und der Kessel nicht mehr mit Wasser versehen, folglich rothglühend wird, so kann ja das übrige Wasser zersetzt und von der daraus entstandenen brennbaren Luft das Unglück veranlaßt werden. Bei den Wattschen und andern Maschinen mit niedrigem Druck, wo der Dampf nie mit glühenden Gefäßen in Berührung kommt, kann sich jene Wasser-Zersetzung nicht ereignen. — Uebrigens mag man sagen, was man will, so kann man es, trotz aller Perkinschen Sicherheits-Vorkehrungen (§. 20.), doch nicht leicht zugeben, daß bei einer Vorrichtung, wo das Wasser in einem glühenden metallenen Gefäße als höchst gewaltsam verdichteter Dampf mit

einem Drucke von 35 und noch viel mehr Atmosphären wirkt, nicht mehr Gefahr seyn sollte, als bei einem gewöhnlichen Kessel der gut eingerichteten Wattschen Maschine, wo die Elasticität nie den Druck von 1½ Atmosphären überschreitet. Deßwegen kommt auch das Zerspringen des Kessels in einer Wattschen Maschine so äusserst selten vor; nur gar zu große Sorglosigkeit, welche Verstopfungen zuläßt, kann auch hier Gefahr bringen.

Achte Abtheilung.

Die neuesten Entdeckungen über die Gefahren bei Dampfmaschinen und die Erfindungen dagegen; nebst den neuesten Methoden, den Dampfkessel zur rechten Zeit mit Wasser zu speisen.

§. 122.

Nach einer neuern Entdeckung kann das Springen der Dampfkessel auch von einer Ueberhitzung der Kesselwand herrühren, wenn nämlich der Kessel nicht hinreichend mit Wasser versehen ist; denn rothglühendes Eisen giebt einer viel geringern Kraft nach, als kaltes. Zur Verhütung eines solchen Unglücks durch Mangel an Wasser schlägt der Engländer Hare vor, in dem Kessel einen Schwimmer anzubringen, welcher einen Hahn öffnet, sobald er zu einem gewissen nie-

drigen Stande gekommen ist; durch diesen Hahn fließt sogleich Wasser zu, sobald es anfängt, in dem Kessel zu fehlen. Man kann annehmen, daß in den meisten Dampfmaschinen selten ein höherer Druck der Dämpfe, als 4 Pfund auf den Quadratzoll statt findet. Wenn man daher eine 14 Fuß lange, an beiden Enden offene Röhre von 3 bis 6 Zoll im Durchmesser (je nach der Größe des Kessels nämlich) so durch den Deckel des Kessels gehen und darin fest machen läßt, daß sie mit dem untern Ende 3 bis 4 Fuß tief in das Wasser des Kessels eintaucht, während ihr oberes Ende frei in der Luft steht, so wird das Wasser in der Röhre zu einer, mit dem Drucke des Dampfs im Kessel correspondirenden Höhe steigen, weil eine Wassersäule von 2 Fuß Höhe mit dem Drucke von einem Pfunde auf den Quadratzoll im Gleichgewicht ist. Sobald der Druck des Dampfs in dem Kessel 5 Pfund auf den Quadratzoll übersteigt, so wird das Wasser oben aus der Röhre herausgeworfen.

Während der Kessel demnach von seinem übermäßigen Drucke befreit und eben dadurch die Gefahr eines Unglücks vermieden wird, so sieht daran auch Jeder, ob das Sicherheitsventil überladen oder sonst in Unordnung gerathen ist. Auf jeden Fall sollte man immer die größte Sorgfalt darauf verwenden, daß das Wasser im Kessel stets über denjenigen Wandflächen steht, welche der unmittelbaren Einwirkung des Feuers ausgesetzt sind.

§. 123.

Gewöhnlich bringt man, als Schwimmer (§. 122.), vermöge eines Hebels oder Armes, eine hohle schwimmende metallene Kugel an dem Hahne der Röhre an, durch welche das Wasser zufließt. Der Hebel steigt mit der metallenen Kugel zugleich in die Höhe, und schließt so den Hahn an jener Zuflußröhre. Aber die große Hitze innerhalb des Kessels dehnt die Luft innerhalb der hohlen Kugel aus, wodurch die Wand derselben Oeffnungen bekommen kann. Wenn dann Wasser hineindringt, so wird die

Kugel zu schwer und sinkt unter. Dadurch würde diese Vorrichtung unbrauchbar werden, ein Uebelstand, den der Engländer Jeaks auf folgende Art abzuhelfen gesucht hat.

Die schwimmende Kugel befindet sich an einem hohlen Arme (einer hohlen Stange); durch diesen hohlen Arm, welcher mit dem innern Raume der Kugel Gemeinschaft hat, kann die, von der Hitze des Kessels ausgedehnte, Luft der hohlen Kugel entweichen, folglich ihre ausdehnende Kraft nicht zum Schaden der Kugelwand ausüben. Nimmt die Hitze im Kessel wieder ab, so dringt wieder atmosphärische Luft von Außen durch den Arm in die Kugel.

§. 124.

Fig. 1. Taf. V. zeigt die Einrichtung des Jeakschen Apparats deutlicher, und zwar im Durchschnitte; a ist der Wasserbehälter, woraus das Wasser herbeigeführt wird; b die Röhre, durch welche das Wasser in die Nachfüllungs-Cisterne c fließt; d eine Klappe, die es in den Cylinder e läßt, wo die Kugel f schwimmt.

Auf dem Boden des Cylinders e befindet sich die Röhre g, welche das Wasser in den Kessel leitet; und an dem Fuße der schwimmenden Kugel ist eine Scheibe angebracht. Durch ihr Steigen und Fallen wird die Klappe d entweder geöffnet oder geschlossen. Da das Wasser in dem Cylinder e dieselbe Höhe erreicht, wie in dem Kessel, so folgt, daß, wenn das Wasser in dem Kessel niedrig steht, die schwimmende Kugel f fällt und die Klappe d geöffnet wird; alsdann kann das Wasser durch die Klappe in den Cylinder und von da durch die Röhre g in den Kessel ßießen.

So steigt das Wasser in dem Kessel bald bis zur gehörigen Höhe hinauf, und weil nun die schwimmende Kugel in dem Cylinder zugleich steigt, so schließt sie die Klappe und verhindert jeden weitern Zutritt des Wassers.

§. 125.

Mit dem obern Theile k des Stieles der schwimmenden Kugel ist ein langer Hebel l verbunden, der sich auf einem Stifte in dem

Arme m, als um seinen Stützpunkt, dreht. Das kürzere Ende dieses Hebels wirkt gegen einen Stift mit einem kegelförmigen Knopfe n. So wie nun die schwimmende Kugel herabsinkt und die Klappe d öffnet, so sinkt der längere Arm des Hebels l gleichfalls herab und macht, daß sein kürzerer Arm die Klappe n hebt. Dadurch wird dem Wasser erlaubt, aus der Röhre b in die Nachfüllungs-Cisterne c und aus dieser durch die Klappe d in den Cylinder e und zuletzt in den Kessel zu fließen. Wenn aber die schwimmende Kugel emporsteigt, so fällt der Kegel n und schließt die Klappe. Ein Hahn o dient, das Wasser in der Röhre b abzusperren, wenn der Apparat zum Ausbessern oder aus irgend einer andern Ursache abgehoben werden muß.

Der Druck des Dampfes im Kessel wirkt natürlich auch auf die Oberfläche des darin befindlichen Wassers. Dieser Druck wird bisweilen, vermöge seiner Stärke, das Wasser durch die Röhre g zurücktreiben und den Cylinder e

füllen. Weil aber die Klappe d geschlossen ist, so wird das Wasser in der Röhre p so lange emporsteigen, bis das Gewicht der Wassersäule mit dem Drucke des Dampfs genau im Gleichgewicht steht. Wäre z. B. der Kessel so geheitzt, daß der Dampf einen Druck von einem Pfunde auf jeden Quadratzoll äußert, so wird die Wassersäule in p bis zur Höhe von 36 Zoll steigen. Unter diesen Umständen wird die hohle metallene Kugel f von siedendem Wasser umhüllt seyn, dessen Hitze die in der Kugel enthaltene Luft ausdehnt. Weil aber die Kugel an dem hohlen Stiele k eine Oeffnung hat, die ins Freie geht, so wird die Luft aus der Kugel entweichen können, ohne sie zu beschädigen oder zu zersprengen, was sonst bisweilen der Fall ist, wenn sie in der Kugel ganz eingesperrt sich befindet. Um gegen das, die Cisterne c füllende Wasser geschützt zu seyn, wenn an der Klappe n zufällig ein Schaden entstände, so ist eine kleine Abzugsröhre in die Cisterne geführt, deren

oberes offene Ende etwas über die gehörige Oeffnung emporsteht.

§. 126.

Einen andern Kugel-Hahn, der innerhalb eines Kessels angebracht ist, sieht man Fig. 2. Taf. V. Der Wasserbehälter a, welcher den Kessel mit Wasser versieht, muß von einer solchen Höhe seyn, daß die in demselben enthaltene Wassersäule jedesmal die Kraft des Dampfes übertrifft. Hier ist b die Nachfüllungsröhre, c der Kessel, d der Hahn, e der Arm oder Hebel, welcher den Hahn dreht, f die hohle metallene schwimmende Kugel. Steigt die Oberfläche des in dem Kessel befindlichen Wassers, so hebt dadurch die Kugel f den Arm e und schließt den Hahn d wie an gewöhnlichen Kugelhahnen. Damit nun aber die Kugel durch die von der Hitze des Dampfs herrührende Ausdehnung der in ihrem Innern befindlichen Luft nicht berste, so ist der Arm e hohl; dadurch entweicht die ausgedehnte Luft der Kugel in die freie Atmosphäre, und zwar,

mittelst des Längen-Durchganges in dem Hahne d, zu der Auslaßklappe g heraus (an der Seite der Nachfüllungsklappe b).

§. 127.

Das neue sogenannte Speisepumpen-System des Franzosen Roux erfordert die Anwendung eines in dem Kessel angebrachten Schwimmers, dessen Stiel, welcher an dem Ende eines Hebels befestigt ist, ein Wehr hebt oder senkt, das in einem Troge sich befindet. In diesem Troge fließt stets das warme Verdichtungswasser. Die Aenderung der Stellung des Wassers bewirkt eine Aenderung der Oberfläche des Wassers in jenem Troge, und zwar im umgekehrten Verhältnisse zu den Aenderungen der Oberfläche des Wassers in dem Kessel. Am Grunde des Warmwasser-Troges ist eine Pumpe angebracht, welche dem Kessel das Wasser liefert. Der Kolben dieser Pumpe besteht aus einem hohlen, an seinem obern Ende mit einer umgekehrten Klappe verschlossenen Cylinder. Durch

die Maschine selbst wird der Kolben in Bewegung gesetzt; er hebt und senkt sich bei jedem Stoße um die ganze Tiefe des Troges. So erhält die Pumpe bei jedem Heben des Kolbens mehr oder weniger Wasser, je nachdem das Wasser in dem Troge höher oder tiefer steht; und eben deswegen treibt sie bei jedem Stoße eine größere oder geringere Quantität Wasser in den Kessel, je nachdem das Wasser in dem Kessel höher oder tiefer kommt.

§. 128.

Ein anderer Speiseapparat des Roux hat weder Schwimmer, noch Pumpe nöthig. Er besteht aus einem hohlen, in die Mitte desjenigen Troges gebrachten Hahnen, worin das warme Verdichtungswasser sich befindet. Senkrecht geht dieser Hahn durch eine horizontale Röhre, deren Axe mit der Fläche der mittlern Wasser-Höhe in dem Kessel, womit die Röhre communicirt, in einer und derselben Ebene liegt. Durch die Maschine selbst erhält der Hahn fortwährend eine abwechselnde Bewe-

gung von der Rechten zur Linken und von der Linken zur Rechten. Während der Ruhe, welche auf die Bewegung nach der ersten Richtung folgt, läßt der Hahn alles enthaltene, über dem dermaligen Niveau des Wassers im Kessel befindliche, Wasser in den Kessel abfließen; nach vollbrachter Bewegung in entgegengesetzter Richtung aber nimmt er aus dem Troge eine Menge Wasser auf, welche, dem Raumes-Inhalte nach, demjenigen Raume gleichkommt, den der Dampf in dem Hahne einnahm. Auf diese Art nimmt der Hahn, bei jedesmaliger Beendigung seiner ganzen abwechselnden Bewegung, eine Quantität Wasser aus dem Troge und gießt sie in den Kessel. Diese Quantität ist größer, wenn die Wasser-Oberfläche im Kessel tiefer steht; geringer hingegen, wenn die Oberfläche höher steht. — Uebrigens sind beide Speise-Methoden (§. 127. 128.) recht sinnreich.

§. 129.

Ein besonderes Sicherheitsmittel gegen

das Zersprengen des Dampfkessels, vorzüglich für Dampfboote, ist ein von Frimot erfundenes Manometer mit freier Luft, nur etwas über 6 Fuß hoch, womit man einen Druck von 10 bis 11 Atmosphären messen kann. Dieses Manometer besteht in der Hauptsache aus einer Röhre von Schmideisen, welche mehreremal parallel mit sich selbst gebogen ist und vier durch Wassersäulen von einander getrennte Quecksilbersäulen enthält. An den Enden der Knie dieser Röhrenarme sind Schraubenpfropfen angebracht, welche zur Entleerung der Luft dienen, die sich in ihnen befinden könnte. Das eine der Röhren-Enden wird mit dem Kessel in Verbindung gesetzt, das andere aber, welches dem Zutritt der freien Luft offen steht, nimmt ein Stück Holz auf, das auf dem Quecksilber schwimmt und die Höhe der letzten Säule anzeigt. Eine hohle Kugel, in welche der letzte Arm der Röhre hineinreicht, ist an der Seite mit vielen kleinen Löchern versehen; durch sie geht an der Ecke auch das vor-

hin erwähnte Holz. Die Kugel dient zur Aufnahme des Quecksilbers; sie läßt den Dampf entweichen, wenn er in dem Kessel eine solche Spannung erreicht hat, daß er das Metall aus den Röhren zu treiben im Stande ist.

§. 130.

Hall hat zur Sicherheit gegen die Gefahr des Kessel-Berstens solche schmelzbare Scheiben (§. 118.), und zwar aus bloßem leichtflüssigen Metalle, vorgeschlagen, welche in der Tiefe der Röhren, worin sie befestigt sind, eine Sperrklappe enthalten; diese soll immer offen seyn, so lange die Scheibe fest ist, aber nach Belieben geschlossen werden können, wenn die Scheibe geschmolzen ist und der Kessel soweit sich entladen hat, daß keine Gefahr des Berstens mehr statt finden kann. So ließe sich das Stillstehen der Maschine vermeiden, und man könnte eine neue Scheibe statt der geschmolzenen einsetzen, ohne daß man damit bis zum Abkühlen des Kessels zu warten brauchte.

Jene Sperrklappe muß sich in demselben

mit einem Schlüssel verschlossenen Gehäuse (§. 117.) befinden, worin das Sicherheitsventil und die schmelzbare Scheibe eingeschlossen ist, damit sie nicht der Willkühr des Heitzers Preis gegeben sey. Uebrigens kann man auch den Dampf, der beim Oeffnen der Scheiben und Sicherheitsventile entweichen wird, durch eine Entladungsröhre nach Außen zuleiten, um das geschmolzene Metall der Scheiben in einem eigenen Behälter aufzufangen. Alsdann kann es nicht auf den Boden des Kessels gelangen.

§. 131.

Auch der, für das Metall verderbliche, Bodensatz und die Rinde, welche sich an die Wände des Kessels vorzüglich da anlegt, wo das Feuer ihn am meisten trifft, ist als Ursache des Kessel-Springens befunden worden. Man empfiehlt daher ein fleißiges Reinigen des Kessels und einen Zusatz von einem Procent des Wassers-Gewicht an Kartoffeln, so oft man das Wasser erneuert. Die nachtheiligen Wir-

kungen jener Rinden-Ueberzüge als Ursache des Springens erklärt man auf folgende Art.

Sobald der Rinden-Ueberzug eine gewisse Dicke erlangt hat, so hindert er die Mittheilung der Hitze an das Wasser. Das Metall wird also dadurch heißer, als es werden sollte, dehnt sich aus und veranlaßt Sprünge an dem Rinden-Ueberzuge, der es deckt. Kommt nun das Wasser auf das überhitzte Metall, so wird es schnell in Dampf verwandelt, und hebt mehr oder weniger große Stücke des Rinden-Ueberzugs hinweg, so, daß noch mehr Wasser mit dem überhitzten Metalle in Berührung kommt und noch mehr Dampf erzeugt wird. Das Eisen vermag dadurch zuletzt der ungeheuren Spannung jener Dampfmenge nicht mehr zu widerstehen, vornehmlich wenn der Kessel von Gußeisen ist.

§. 132.

Der Engländer Scott suchte die Dampfkessel vor der Verunreinigung mit Bodensatz und Wandrinden dadurch zu schützen, daß er

in der Nähe des Bodens metallene oder steinerne oder thönerne oder hölzerne Platten oder Tröge anbrachte, auf welche der Satz aus dem Wasser niederfallen soll. Diese Platten oder Tröge liegen nicht unmittelbar auf dem Boden des Gefäßes, sondern auf Unterlagen, oder sie stehen auf Füßen so, daß das Wasser auf dem Boden des Gefäßes frei zwischen und unter den Platten oder Trögen hindurch kann. Durch diese Vorrichtung soll vornehmlich das Sprudeln des Wassers über den Platten und Trögen großen Theils verhütet werden und der Bodensatz bequem auf die Platten und Tröge niederfallen.

Wenn es nöthig ist, den Kessel zu reinigen, so braucht man blos jene Platten und Tröge herauszunehmen, frische dafür einzusetzen und die Rinde, womit jene überzogen waren, abzukratzen. So muß der Boden des Kessels immer ziemlich rein erhalten werden.

§. 133.

Noch besondere Gründe über die Kraft

des Dampfs und das Bersten der Dampfmaschinen-Kessel hat Perkins aufgestellt. Er sagt unter andern: die Kraft des Dampfes hänge nicht von der Temperatur allein, sondern vorzüglich von der Wassermenge ab, welche in einem gegebenen Umfange desselben enthalten sey. Die Kraft des Dampfs würde hiernach auf der Zusammenpressung desselben beruhen; und so könnte der Dampf wohl glühend heiß werden, ohne dadurch an Kraft zuzunehmen.

Nach Perkins Theorie ist die abstoßende Kraft der Hitze die nächste Ursache des Kessel-Zerspringens. Diese hält er auch für eines der Haupthindernisse, worauf er im Verlauf seiner Versuche mit Dampf von hohem Drucke stieß. Er fand es in seinem röhrenartigen Dampferzeuger (Generator) unmöglich, das Wasser in steter Berührung mit dem Metalle zu erhalten, sobald es stark erhitzt war, bis er auf die Idee einer Druckklappe kam. Diese war mit einem um fünf Atmosphären höheren

Druck belastet, als der Druck des Dampfes betrug. Das Wasser zog durch die überhei- ßen Röhren wie ein Drahtfaden in der Mitte hin, indem es auf allen Seiten von den Wän- den der Röhren nach der Mitte zurück gesto- ßen wurde.

Dadurch wurde nothwendig die Hitze der Röhren noch vermehrt und die Röhren selbst zuletzt zerstört. Um diese abstoßende Kraft de" Wärme zu zeigen, machte Perkins ein Loch von ¼ Zoll im Durchmesser in einen seiner Dampferzeuger und brachte in demselben einen Pfropf an, den er wegnahm, wenn die Röhre an dieser Stelle glühend war. Es kam dann weder Dampf, noch Wasser aus dem Loche heraus, obgleich der Dampf-Druckmesser ei- nen sehr hohen Grad des Drucks anzeigte. Man führte einen Draht in das Loch hinein, um sich zu überzeugen, daß es vollkommen frei und unverstopft war. Sobald man aber die Röh- re bis zum Schwarzglühen abkühlte, so fuhr der Dampf mit großer Gewalt aus dem Loche heraus.

§. 134.

Noch ein anderer Perkinsscher Versuch war folgender. Man nahm zwei gußeiserne Becher. Den einen derselben erhitzte man bis zum Schwarzglühen, den andern bis zum Rothglühen, und dann goß man in beide gleiche Mengen Wassers. In dem erstern verdampfte das Wasser immer früher. Hat man ja oft in Schmieden wahrgenommen, daß stark glühendes Eisen, in den Löschtrog geworfen, unter dem Wasser noch rothglühend blieb und doch keinen Dampf ausstieß, obgleich es offenbar mit einer heißen Atmosphäre umgeben war. Das ist aber nie der Fall, wenn Zangen mit heißem Eisen in Wasser gestoßen werden; denn immer sind sie an einigen Stellen so heiß, daß sie das Wasser abhalten, mit ihnen in Berührung zu kommen und die Hitze nach und nach der ganzen Masse mitzutheilen. So scheint Perkins Theorie über das Bersten der Kessel viele Wahrscheinlichkeit für sich zu haben.

Nach Perkins hat nämlich das Zerspringen der Kessel dann statt, wenn das Wasser so tief sinkt, daß ein Theil des Kessels, welcher nicht mit Wasser bedeckt ist, mit dem Feuer in Berührung kommt, rothglühend wird, seine Hitze dem Dampfe mittheilt und nach und nach selbst den nicht unter Wasser befindlichen Theil des Kessels rothglühend macht. Alsdann wird dieses Wasser von dem rothglühend gewordenen Theile des Kessels in die Höhe geworfen (wie wenn ein Topf während des Kochens überläuft); dieser, jetzt mit Wasser überladene, Dampf theilt seine übermäßige Hitze dem Wasser mit, erzeugt so im Augenblick Dampf von der höchsten Stärke und veranlaßt furchtbare Explosionen.

§. 135.

Von besonderer Wichtigkeit kann diese Theorie bei Dampfbooten seyn. Wenn bei der Maschine eines solchen Bootes das Wasser auch in gehöriger Höhe steht, so kann das Schaukeln des Boots in einer sehr hohen See eini-

ge Theile des Kessels eine Zeitlang dem Feuer so sehr aussetzen, daß sie rothglühend werden. So könnte die beschriebene Perkins'sche Theorie wohl hierauf angewandt werden.

Wäre dies nun wirklich der Fall, so könnte man vielleicht dadurch mehr Sicherheit erhalten, daß man den Kessel mit Scheidewände versähe, die, zwar nicht dampfdicht genug, um die regelmäßige Verbindung zwischen der Nachfüllungspumpe und der Dampfröhre und jedem Fache des Kessels zu verhindern, doch hinreichend wären, um zu verhüten, daß das Wasser in dem Kessel nicht in Masse von einem Ende bis zum andern fährt und so einige Theile unbeschützt gegen das Feuer läßt. Diese Scheidewände brauchen blos aus ungehobelten Bretern zu bestehen, so, daß man sie wegnehmen kann, wenn der Kessel gereinigt werden muß. An und für sich würden sie auch die Dampferzeugung eher begünstigen, als verhindern.

Neunte Abtheilung.

Noch einige besondere Beschreibungen von Hochdruckmaschinen.

§. 136.

Die Hochdruckmaschinen oder diejenigen Dampfmaschinen, bei welchen der Druck der Dämpfe bedeutend und oft sehr bedeutend größer ist, als der Druck der Atmosphäre, sind eigentlich die einfachsten und die compendiösesten unter den Dampfmaschinen. Cylinder, Kolben, Kolbenstange, Balancier, Schwungrad, sammt den Wirkungen dieser Theile, ist hier im Allgemeinen eben so, wie bei andern Dampfmaschinen. Und was den Kasten betrifft, worin der Mechanismus zur abwechselnden und zeitgemäßen Einlassung des Dampfs oberhalb und unterhalb des Kolbens, d. h. die Steuerung angebracht ist, so kann man darüber vornehmlich Folgendes sich merken.

In der Durchschnitts-Zeichnung des Kastens und des Cylinders Fig. 3. Taf. V. bedeutet P den Kolben, L die Stopfbüchse, und B den Steuerungskasten. In letztern wird der Schieber N, welcher die Form eines länglicht viereckigten von der einen langen Seite offenen Kastens hat, durch die Stange O auf und nieder bewegt, und während dieser Bewegung durch den bei a eintretenden Dampf an die Fläche angedrückt, woran er liegt. Bei der in der Figur angezeigten Stellung tritt der Dampf durch den Kanal n, am Boden des Cylinders, unter den Kolben, und drückt diesen in die Höhe, während der über dem Kolben befindliche Dampf durch den Kanal m, am obern Ende des Cylinders, austritt und durch die Oeffnung b in die Atmosphäre entweicht. Hat der Kolben beinahe das obere Ende des Cylinders erreicht, so wird die Kolbenstange abwärts bewegt, das untere Ende des Schiebers rückt über den Kanal n, das obere Ende über den Kanal m herab. Letzte-

rer kommt also nun mit dem Dampfbehälter und ersterer mit dem innern Raume des Schiebers in Verbindung. Nun tritt der Dampf über den Kolben und treibt ihn abwärts, der Dampf unter demselben aber, welcher vorher gewirkt hatte, tritt jetzt durch den untern Kanal n in die Ausgangsöffnung b. Und so geht das Spiel abwechselnd fort. Die Kolbenstange f sorgt für eine kleine Pumpe, die das Speisewasser in den Kessel pumpt, welches durch den entweichenden Dampf vorher erwärmt worden ist. Mittelst der Dampffortleitungsröhre b kann dieser noch beliebig weiter zu fernerer Benutzung fortgeführt werden.

§. 137.

Die Steuerung bei Hochdruckmaschinen von kleinen Dimensionen kann mittelst eines doppelt durchbohrten Hahns, wie Fig. 4. Taf. V., bewirkt werden. Hier ist C der Cylinder, P der Kolben, R die sich in der Stopfbüchse bewegende Kolbenstange. Um die Abkühlung zu vermeiden, welche bei Dampf von hoher Tem-

peratur beträchtlich ist, so kann der Cylinder in dem Dampfkessel B D selbst eingelassen seyn. Die Zulassung des bei S einströmenden Dampfs selbst, und zwar abwechselnd über und unter den Kolben, wird nun durch den Hahn A regulirt. Bei seinem Stande in der Figur ist der Zugang des Dampfs in den Kanal t über dem Kolben geöffnet; dieser wird also niederwärts gedrückt, indem sich der Raum über demselben mit Dampf füllt, während der in dem Raume C unter dem Kolben befindliche Dampf, welcher den Kolben vorher gehoben hatte jetzt, durch den Kanal a b und durch die Röhre E in die freie Atmosphäre getrieben wird. Hat der Kolben fast den Boden des Cylinders erreicht, so macht der Hahn eine Viertels-Umdrehung; dadurch erhält er die Stellung wie a, nämlich eine solche, daß nun die Röhre E mit dem innern Raume des Cylinders über dem Kolben in Verbindung kommt, der Dampf aber durch den Kanal a b unter den Kolben des Cylinders tritt und denselben in die Höhe

treibt, während der Dampf über demselben in die Röhre E ausströmt; u. s. fort.

§. 138.

Die Zulassung des Dampfs aus dem Kessel (§. 137.) kann durch die Drehklappe V regulirt werden. Diese Drehklappe wird in dem Zuleitungsrohre angebracht, wenn der Cylinder nicht in dem Kessel eingelassen ist, sondern frei steht. Die Drehung des Hahns muß so regulirt seyn, daß der Zufluß des Dampfs geschlossen ist, ehe der Kolben noch das Ende des Cylinders erreicht hat. Dadurch wird ein Stoß gegen den Cylinder-Boden oder ein Druck auf die Kurbel vermieden, mit welcher die Kolbenstange in Verbindung steht. Auch übt dann die Zusammendrückung des Dampfs, welcher, nach dem Schlusse des Hahns, zwischen dem Cylinder-Ende und dem Kolben bleibt, einen Rückstoß auf den Kolben aus, wodurch der, wegen des Umkehrens der Bewegung zu befürchtende Kraftverlust vermieden wird.

Weil die Schließung des Hahns bei seiner Achtelswendung statt findet, so wird jener Zweck erreicht, wenn die schnelle Drehung des Hahns kurz vor der Vollendung des Hubs erfolgt ist. Diese Absperrung kann man auf $\frac{1}{10}$ der Hubhöhe rechnen. Während derselben erfolgt keine nützliche Wirkung. Denn der eingeschlossene Dampf wird durch den Kolben um so viel zusammengedrückt, als er sich bei der Zurückbewegung des letztern wieder ausdehnt. Dieser Umstand muß daher bei der Berechnung des Effekts berücksichtigt werden.

Die beschriebene Einrichtung (§. 137. 138.) hat nur den Nachtheil, daß bei jedem Kolbenspiele oder doppeltem Kolbenhube aller derjenige Dampf verloren geht, welcher in den Kanälen t und ab zwischen dem Hahn und Cylinder sich befindet, ein Verlust, der bei der Dichtigkeit des hier wirkenden Dampfes nicht unbedeutend ist. Mit einem doppelt durchbohrten Hahne, sowohl am obern Theile des Cylinders bei t, als am untern bei ab, kann

man jenen Verlust vermeiden. Indessen möchte dies doch wohl am besten auf folgende Art (§. 139.) geschehen.

§. 139.

Wenn A Fig. 5. Taf. V. der Dampfkessel, B ein von dem untern Theile desselben in den Cylinder C führendes Rohr, K der in dem Cylinder befindliche Kolben mit der Kolbenstange ist, so wird man die Wirkung dieser Vorrichtung leicht begreifen können. Die Kolbenstange ist hier so dick, daß ihr Querschnitt die Hälfte der Kolbenfläche K einnimmt, folglich der Durchmesser des Kolbens sich zum Durchmesser der Kolbenstange wie 1000 zu 707 verhält. F ist die Stopfbüchse. Das Rohr B bewirkt eine freie Verbindung des unter dem Kolben befindlichen Cylinder-Raumes mit dem Wasser-Raume des Kessels. Wenn nun der Dampf durch das Dampfrohr D auf die Kolbenfläche K drückt (ein Druck, welcher noch einmal so groß ist, als derjenige des Wassers auf die untere Fläche des Kolbens), so muß

der Kolben niedergehen, indem das Wasser zum Theil durch das Rohr B in den Kessel A zurück tritt. Wenn nun das Dampfrohr D sich schließt und das zum Abführen des gewirkten Dampfes bestimmte Ventil des Rohres E sich öffnet, so drückt das Wasser, vermöge des im Kessel statt findenden Dampf-Drucks, auf die untere Fläche des Kolbens und treibt diesen mit derselben Gewalt in die Höhe, als er vorher von dem Dampfe unmittelbar niedergedrückt worden war. Hiedurch wird der Dampfverlust durch den Kolben vermieden, weil das Wasser auf der andern Seite des Kolbens mit dem Dampfe gleiche Temperatur hat. Allerdings verursacht die dicke Kolbenstange eine große Reibung in der Stopfbüchse, wodurch ein großer Theil des auf jene Art erhaltenen Vortheils wieder verschwinden würde, wenn man dies nicht, etwa auf folgende Art, zu vermeiden sucht.

Man macht die Einrichtung so, daß die Kolbenstange die gewöhnliche Dicke erhält; da-

gegen versieht man sie, und zwar an dem einen Ende des unten angebrachten Balanciers, mit einem Gewichte, welches dem halben Drucke auf die Kolbenfläche gleich ist, den Querschnitt der Kolbestange mit eingerechnet.

§. 140.

Die Hochdruckmaschine kann auch aus einem größeren und kleineren Cylinder bestehen. In letzterem muß der Dampf mit ganzer Füllung wirken, in ersterem aber muß er der Ausdehnung folgen. So ist es auch bei Hornblowers und Woolfs Maschinen. Ueberhaupt ist es rathsam, den Dampfkessel der Hochdruckmaschinen auf diejenige Dampfmenge zu berechnen, wie sie zur Wirkung des Cylinders bei ganzer Füllung gehört, damit man den Effekt nach Erforderniß verstärken könne, wenn man auch jene Ausdehnung des Dampfs anwendet.

Die Anwendung der Hochdruckmaschinen ist da am vortheilhaftesten, wo der Dampf, statt in die Atmosphäre zu entweichen, zur Erwärmung von Wasser, von Arbeitsräumen,

Wohnzimmern, Trockenstuben ꝛc. gebraucht wird. Das für die Maschine verwendete Brennmaterial ist dann oft gar nicht in Anschlag zu bringen. Zugleich kommt hier auf den größern Umfang des Cylinders für eine bestimmte Wirkung auch nichts an. Für solche Fälle ist es am zweckmäßigsten, den Druck des Dampfs im Kessel zwischen 2½ und 3 Atmosphären anzunehmen, und den Cylinder ganz zu füllen.

§. 141.

In Fällen, wo auf die (§. 140) genannten ökonomischen Umstände nicht Rücksicht genommen werden soll oder kann, darf man die Hochdruckmaschinen nur da empfehlen, wo entweder die Maschine einen möglichst kleinen Raum einnehmen soll, z. B. für Dampffuhrwerke, oder wo die zum Condensiren des verbrauchten Dampfs erforderliche Wassermenge theils gar nicht, theils nur mit einem solchen Aufwande von Kraft herbeizuschaffen wäre, welcher den Vortheil der condensirenden Maschine aufwöge. Ueberhaupt aber wird der

natürliche Vortheil, welchen die Hochdruckmaschinen durch die größere mechanische Wirkung des Dampfs von größerer Dichtigkeit und Elasticität erlangen können, durch die größere Kolbenreibung, und, in Ermangelung des Condensators, durch den Dampfverlust mehr als aufgehoben. Dazu kommen noch folgende Umstände, welche die Entwicklung des Dampfs in solchen Maschinen kostspieliger, als in anderen Maschinen machen.

Wenn Dampf von höherer Temperatur erzeugt wird, so ist für gleiches Gewicht desselben, bei derselben Hitze und derselben Wandfläche und Wanddicke, etwas mehr Zeit nöthig, als zur Bildung des Dampfs von niedrigerer Temperatur; zugleich ist dazu auch etwas mehr Aufwand von Brennmaterial erforderlich, weil Luft mit einer höhern Temperatur in den Rauchfang entweicht. Wird z. B. Dampf von 86 Grad Reaumür erzeugt, und ist die Kesselwand sehr dünn, so kann die Luft von jener Temperatur von dem Feuerheerde

aus in den Rauchfang steigen. Wird dagegen Dampf von 120 Grad Reaumür entwickelt, so darf die Luft nicht mit einer niederern Temperatur als 120 Grad entweichen, weil sonst die letzten Theile der bestrichenen Wandfläche wieder Wärme an die kältere Luft abgeben.

§. 142.

Natürlich hat Dampf von höherer Temperatur, wegen seiner größeren ausdehnenden Kraft, eine stärkere Kesselwand nöthig. Hat aber die Kesselwand eine größere Dicke, so entsteht dadurch nicht blos eine Verminderung des Temperatur-Unterschiedes, sondern auch eine verspätete Hindurchlassung der Wärme, so, daß nun eine verhältnißmäßige höhere äußere Hitze erforderlich ist, um in derselben Zeit dieselbe Wärme nach dem Wasser des Kessels hindringen zu lassen. Und eben dieser Einfluß, den die Wanddicke auf die Schnelligkeit der Wärme-Hindurchleitung ausübt, ist von größerer Bedeutung. Die Hindurchleitung

durch die ganze Dicke des Metalls erfordert eine desto größere Zeit, je größer diese Dicke ist. Man hat also eine bedeutende Erhöhung der äußern Temperatur vorzunehmen, um durch den größern Temperatur-Unterschied jene Verzögerung wieder aufzuheben. Und hieraus ergiebt sich deutlich genug die Nothwendigkeit, daß man bei Bestimmung der Dampffläche für eine gewisse Dampfmenge auch die Dicke der Kesselwand berücksichtigen müsse.

So weiß man z. B., daß bei einer gußeisernen Kesselwand von 2 Zoll Dicke die Temperatur der äussern Fläche 136 Grad betragen müsse, wenn die Temperatur der innern auf 104 Grad kommen soll. Daß ein solcher Temperatur-Unterschied auf die Spannung der Metalltheilchen, folglich auf die Haltbarkeit des Metalls nachtheilig einwirken müsse, ist wohl leicht einzusehen. Eben so begreiflich ist es aber auch, daß es, in Hinsicht des Einflusses der Wanddicke, vortheilhafter sey, die Dampfkessel nicht zu groß zu machen, weil die Dicke

mit dem Durchmesser wachsen muß, und bei Dampf von hoher Spannung nur Cylinder von geringem Durchmesser zu wählen, um die bedeutende Dicke größ rer Kessel zu vermeiden.

§. 143.

Die Feuerung des Dampfkessels kann nicht blos durch mehr Brennmaterial, sondern hauptsächlich durch eine größere Fläche des Rostes und einen stärkern Zug verstärkt werden. Berücksichtigt man Wanddicke und höhere Temperatur der Dämpfe zugleich und nimmt man die äußere Temperatur der Kesselwand für 10 Quadratfuß auf 1 Pfund Dampf zu 116 Grad Reaumür an, so liefern, nach Prechtl, 10 Quadratfuß Fläche in 1 Minute bei mittlerer Temperatur des Feuerheerdes,

von	116	Grad	Reaum.	= 1	Pf.	Dampf,
—	174	—	—	= $1\frac{1}{2}$	—	—
—	232	—	—	= 2	—	—
—	348	—	—	= 3	—	—
—	464	—	—	= 4	—	—

Diese, mit der Erfahrung übereinstimmende Verhältnisse erklären die Verschiedenheit

der Angaben über die Dampfflächen für verschiedene Dampfmengen. Nach Watts Bestimmung sind 8 Quadratfuß Kesselfläche nöthig, um 1 Kubikfuß Wasser in einer Stunde zu verdampfen. Damit stimmen auch andere Erfahrungen ziemlich gut überein.

Bei hoher Hitze und geringer Dampffläche wird die Dampfbildung überhaupt nur dadurch möglich, daß die heiße Luft mit einer hohen Temperatur von der Kesselfläche austritt, daß daher die Erzeugung der nöthigen Dampfmenge durch starke Feuerung nur mit bedeutendem Verlust von Brennmaterial möglich ist, und daß man die dampfende Fläche immer lieber zu groß, als zu klein machen sollte. Was den letzteren Punkt betrifft, so muß die größere Dauer, welche der Kessel dadurch bei der geringern Hitze erlangt, die erste größere Auslage bald wieder aufwiegen.

Zehnte Abtheilung.

Noch Etwas über die Form und Größe der Dampfkessel.

§. 144.

Diejenige Gestalt des Kessels muß natürlich die beste seyn, welche, unter gleichen übrigen Umständen, am meisten die Stärke des Kessels begünstigt, für gleichen Wasser-Inhalt die größte Oberfläche dem Feuer darbietet und die beste und gleichförmigste Heitzung zuläßt. Gewöhnlich sind die Kessel entweder kugelförmig, oder walzenförmig, oder länglicht, oder viereckigt. Runde Kessel mit kugelartig gewölbtem Boden und Deckel nehmen für die Dampffläche zu viel Wasser in sich, sind nicht vortheilhaft und bequem zu heitzen und müssen, wenn sie groß sind, zu dicke Wände erhalten. Sie gewähren daher nur bei kleineren Dimensionen und bei erforderlichen gerin-

geren Dampfmengen Vortheile. Sollen cylinderische oder viereckigte Dampfkessel bei einer bedeutenden Fläche vortheilhaft geheitzt werden können, so müssen sie eine Länge erhalten, welche hinreicht, die von dem Brennmaterial kommende glühende Luft, sowohl bei ihrem Hinstreichen unter den Boden, als auch bei dem Zurückkehren durch die Züge bis zum Eintritt in den Rauchfang zum nöthigen Grade abzukühlen. Natürlich muß sich diese Länge auch nach der Länge und Breite des Feuerheerdes richten; sie muß aber wenigstens so groß seyn, als die dreifache Breite des Kessels. Die Fläche der Kesselwand, welche von der heißen Luft in den Zügen bestrichen wird, verhält sich in der Regel zu der Bodenfläche wie 7 zu 3; und dann macht die Fläche des Rostes $\frac{3}{40}$ der gesammten von dem Feuer bestrichenen Kesselfläche aus. Die Züge sind wenigstens doppelt so lang, als die Länge der Bodenfläche beträgt.

Zu groß sollten die Kessel nie seyn; für

eine größere Dampfmenge ist es immer besser, lieber zwei oder mehr kleinere anzuwenden. Beträgt die Länge des Rostes 5 Fuß, so macht man den Kessel etwa 15 Fuß lang. Es ist nicht gut, wenn man größere gebraucht.

§. 145.

In dem innern Raume des Kessels ist unten Wasser, oben Dampf, welcher letzterer sich aus dem Wasser entwickelte. Weil das Wasser in dem Verhältniß der Verdampfung immer wieder ersetzt werden muß, das Speisewasser aber in der Regel eine bedeutend geringere Temperatur hat, als das Wasser im Kessel, so würde diese Verschiedenheit der Temperatur nicht wohl thun, wenn der Zufluß in langen Zwischenzeiten geschähe. Deswegen macht man die Einrichtung so, daß diese Zwischenzeiten nur klein sind. In dem Raume des Kessels über dem Wasser sammeln sich die Dämpfe, welche von da an das Spiel der Maschine zu besorgen haben. Durch dieß Sammeln vergrößert sich ihre Spannkraft;

auch kann wegen des Dampfraumes kein Wasser in den Cylinder hinübergetrieben werden.

Wie schon früher erwähnt, ist es sehr nothwendig, daß die vom Feuer bestrichene Fläche des Kessels stets mit Wasser bedeckt ist; hiernach muß sich daher auch die Menge des Wassers in dem Kessel richten. Eine größere Quantität Wasser im Kessel ist nur dann vortheilhaft, wenn der Wasser-Zufluß auf längere Zeit unterbrochen würde. Immer sollte für die genaue Regulirung des Wasser-Zuflusses gesorgt und Speisewasser von so hoher Temperatur genommen werden, als man es haben kann.

Hat die Dampfmaschine, statt des eigentlichen Kessels, erhitzte Röhren von geringem Durchmesser, so kann das zur jedesmaligen Verdampfung nöthige Wasser blos eingespritzt werden, ohne daß ein bleibender Wasservorrath in denselben vorhanden ist.

§. 146.

In allen denjenigen Fällen, wo Dampf von höherem Drucke, als 4 Pfund auf den

Quadratzoll, entwickelt werden soll, ist es immer am rathsamsten, Röhren oder Cylinder von um so geringerm Durchmesser anzuwenden, je größer der Druck des Dampfes werden soll. Röhren von kleinem Durchmesser geben bei geringem Wasser-Inhalte eine große Summe von Fläche, und es kann ihnen, ohne ihre Wanddicke zu sehr zu vermehren, eine sehr große Stärke gegeben werden.

Bei den Dampfschiffen ist es ein bedeutender Vortheil, wenn der Dampfkessel eine innere Heitzung hat. Alsdann ist dabei kein Mauerwerk nöthig und Feuersgefahr wird verhütet. Man kann hier nämlich den innern Raum eines viereckigten Kessels mit viereckigten Heitz- und Rauchkanälen versehen, durch welche sich eine größere heitzende Fläche gewinnen läßt. Auch findet dann weniger äussere Abkühlung statt, sowie die viereckigten durch die Kanten gestreiften Kanäle weniger von schädlichen Verbiegungen durch die Aenderung der Form zu leiden haben.

Eilfte Abtheilung.

Noch Etwas über die Kolben der Dampfmaschinen.

§. 147.

Da der Kolben des Dampfcylinders in letzteren stets auf- und niederspielen muß und keinen merklichen Dampf neben sich hingehen lassen darf, so kann seine Bewegung natürlich nicht ohne eine gewisse Reibung an der Kolbenwand geschehen. Je dampfdichter man ihn daher, unter gleichen übrigen Umständen, machen will, desto stärker muß natürlich seine Reibung ausfallen.

Der Kolben muß eine auch im Verhältniß zu seinem Durchmesser hinreichende Dicke erhalten, und dadurch muß seine gehörige gleichmäßige Leitung in dem Cylinder so hervorgebracht werden, daß er bei dem Drucke des

Dampfes auf ihn die Axen-Richtung des Cylinders behält, wenn auch an einzelnen Theilen seines Umfangs die Reibung ungleich wäre. Ist der Kolben mit Hanf geliedert (auf seiner Peripherie mit Hanf umgeben), so ist seine Reibung $\frac{1}{6}$ des Drucks, den er ausübt; ist er mit Metallringen umgeben, die an die innere Cylinderwand anschließen, so macht seine Reibung $\frac{1}{8}$ des Drucks aus; folglich soll die geringste Kolbendicke für den ersten Fall $\frac{1}{6}$, für den andern $\frac{1}{8}$ seyn. Da der mittlere Theil der Kolben-Dicke (an der Pheripherie gerechnet) wenig zur Stetigkeit seiner Bewegung beiträgt und dagegen die Reibung vermehrt, so braucht man nur dem obern und untern Theile jener Kolben-Dicke den besten Schluß zu geben, den mittlern Theil aber weniger dicht zu liedern.

§. 148.

Ist die Dampfmaschine zugleich eine Luftdruckmaschine, nämlich eine solche, deren Kolben von Dämpfen hinauf-, von der äußern at-

mosphärischen Luft hinuntergedrückt wird (wie §. 8.), so besteht der Kolben aus einer Platte von Gußeisen, die ohngefähr $\frac{1}{8}$ Zoll weniger im Durchmesser hat, als der Cylinder, $1\frac{1}{2}$ Zoll dick ist und 4 Zoll von der Pheripherie einen erhöhten Reifen besitzt. Auf den Theil zwischen diesem Reifen und dem Umfange paßt ein flacher eiserner Ring, der eben so, wie der unter ihm liegende Theil der Scheibe, zum Hindurchstecken von Schrauben, mit Löchern versehen ist. Hanf, der vorher mit Talg getränkt wurde, kommt zwischen jenen Ring und den correspondirenden Theil der Scheibe zu liegen. Die Schrauben werden dann fest zusammengezogen, und zwar so, daß die Hanflieferung den Zwischenraum zwischen dem Kolben und Cylinder ausfüllt. Läßt man auf die obere Fläche des Kolbens auch stets Wasser fließen, so wird dadurch sein genaues Anschließen an die innere Cylinderwand noch vermehrt.

In anderen Dampfmaschinen sind die Kol-

ben entweder mit Hanf geliedert, oder sie sind auf eine eigne Art von Metall gemacht. In letzterm Falle sind, statt der Hanfliederung, Metallringe da, welche durch den Dampf und mittelst Federn an die Wände des Cylinders so angedrückt werden, daß sie eine dampfdichte Verschließung hervorbringen. Die Vorzüge solcher metallener Kolben vor den mit Hanf geliederten sind: größere Dampfdichtigkeit, geringere Reibung und, bei sorgfältiger Verfertigung, auch genaueres Anschließen an die innere Cylinderwand. Freilich erfordern sie aber auch einen vollkommen gebohrten Cylinder.

§. 149.

Die Kolbenstange, welche durch die in der Mitte des Cylinders befindliche Stopfbüchse geht, muß cylindrisch gedreht, und so eingerichtet seyn, daß sie dem Dampf keinen Durchgang erlaubt. Ein kurzer mit ein Paar Scheiben versehener, inwendig mit Hanf, Werg u. d. gl. gefüllter Cylinder, welcher die Kolbenstange in dem Deckel umgiebt, macht die

Stopfbüchse aus. Ihr oberer Theil, der die Form einer Schaale hat, ist zur Aufnahme des Fetts bestimmt, welches die völlige Dampfdichtigkeit um der Kolbenstange herum bewirkt. Vermöge einiger durch die vorstehenden Scheiben hindurchgehenden Schrauben wird, der schüsselartige Theil der Büchse mehr niedergezogen und der Hanf ꝛc mehr gegen die Kolbenstange gepreßt.

Damit die Kolbenstange in ihrer auf- und niedergehenden Bewegung stets lothrecht bleibe, so giebt man ihr oben ein Paar Gelenke und läßt sie da zwischen einigen Rollen rechts und links auf- und niederspielen.

Zwölfte Abtheilung.

Ueber die neuesten Anwendungen der Dampfwagen.

§. 150.

Seit mehreren Jahren werden in England auf Eisenbahnen Postkuschen durch Dampfmaschinen getrieben. Mehrere an einander gehängte Kutschen, mit Passagieren und Gütern beladen, bewegt die vorn auf einem eigenen Wagen befindliche Dampfmaschine auf der Eisenbahn pfeilschnell dahin. So ist es unter andern auf der Liverpool- und Manchester-Eisenbahn. Der hier von Stephenson erbaute Dampfwagen (Arrow, der Pfeil) wiegt mit seinem Munitionswagen 140 Centner. Er zog schon bei seiner ersten Fahrt sieben andere mit Steinen beladene Wagen, welche 540 Centner wogen, nebst zwei Kutschen, worin 40 Personen saßen und die mit denselben 100 Centner wogen. Die gan-

ze Last betrug 780 Centner, und mit dieser Last fuhr der Pfeil die ganze Strecke der Eisenbahn, 30 englische ($7\frac{1}{2}$ deutsche) Meilen in 2 Stunden und 1 Minute, abgezogen die 19 Minuten Aufenthalt zum Nachfüllen des Wassers und der Kohlen. Die Rückfahrt war noch schneller. Die 22 englischen ($5\frac{1}{2}$ deutsche) Meilen über das Chat-Moß wurden in einer Stunde zurückgelegt. Ueberhaupt fand man in der Folge, daß der Arrow drei Wagen mit 60 Personen, ein anderer später erbauter Dampfwagen, der Phönix, vier Wagen mit 100 Personen, und noch ein dritter, der Raket, drei Wagen mit 75 Personen, im Durchschnitt mit einer Schnelligkeit von 24 englischen (6 deutschen) Meilen in einer Stunde fortziehen konnten.

Ueberhaupt ist diese Eisenbahn mit ihrer Dampfmaschinenfahrt sehr merkwürdig. Bei Liverpool geht sie sogar $\frac{5}{4}$ englische Meilen weit unter der Erde fort, wo ein hoher und breiter Stollen (Tunnel) durch Felsen gehauen ist. Noch andere ähnliche Dampfmaschinenfahrten auf Eisenbahnen in England, sowie in Amerika, Frankreich ꝛc. sind gleichfalls merkwürdig.

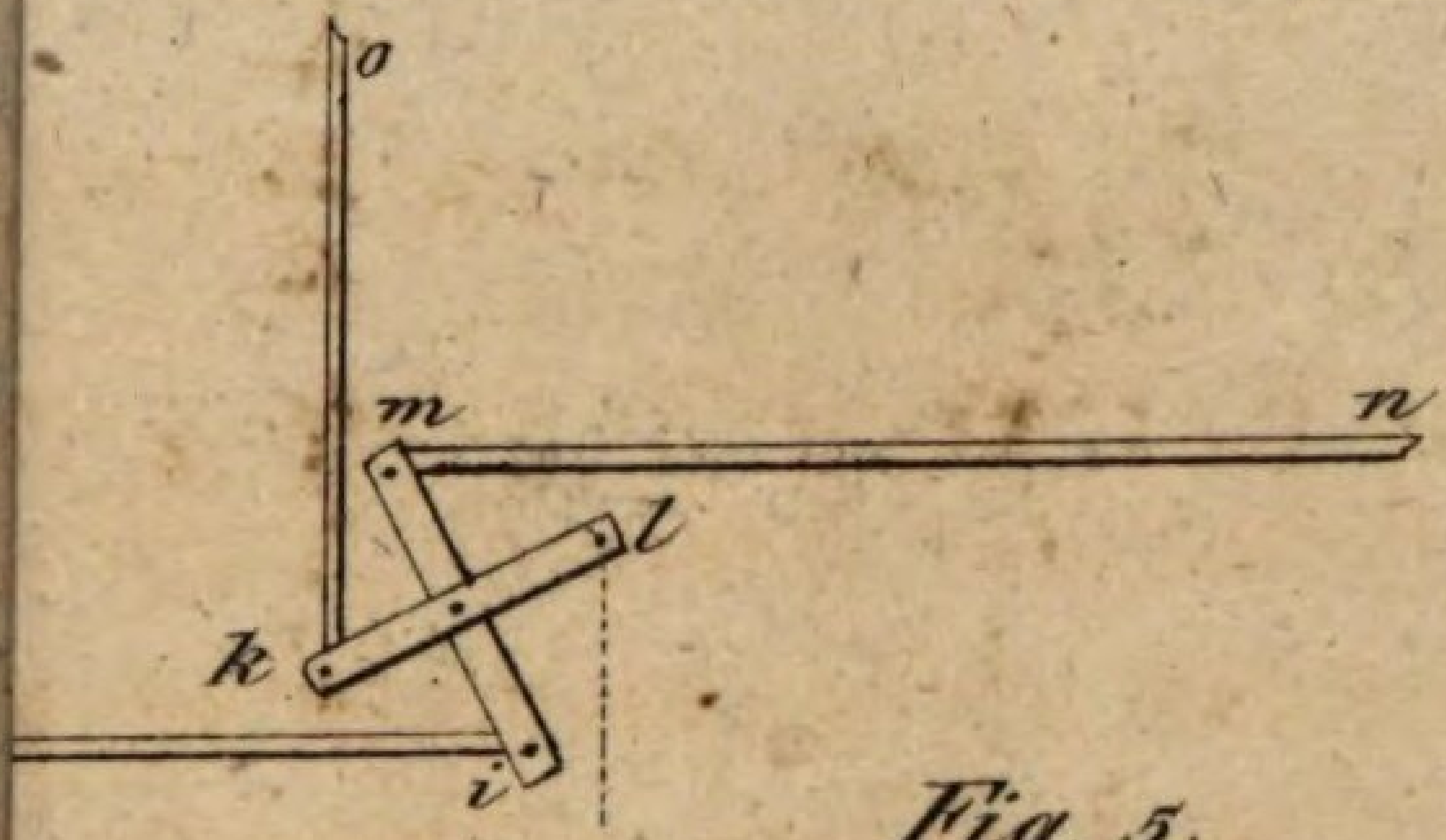
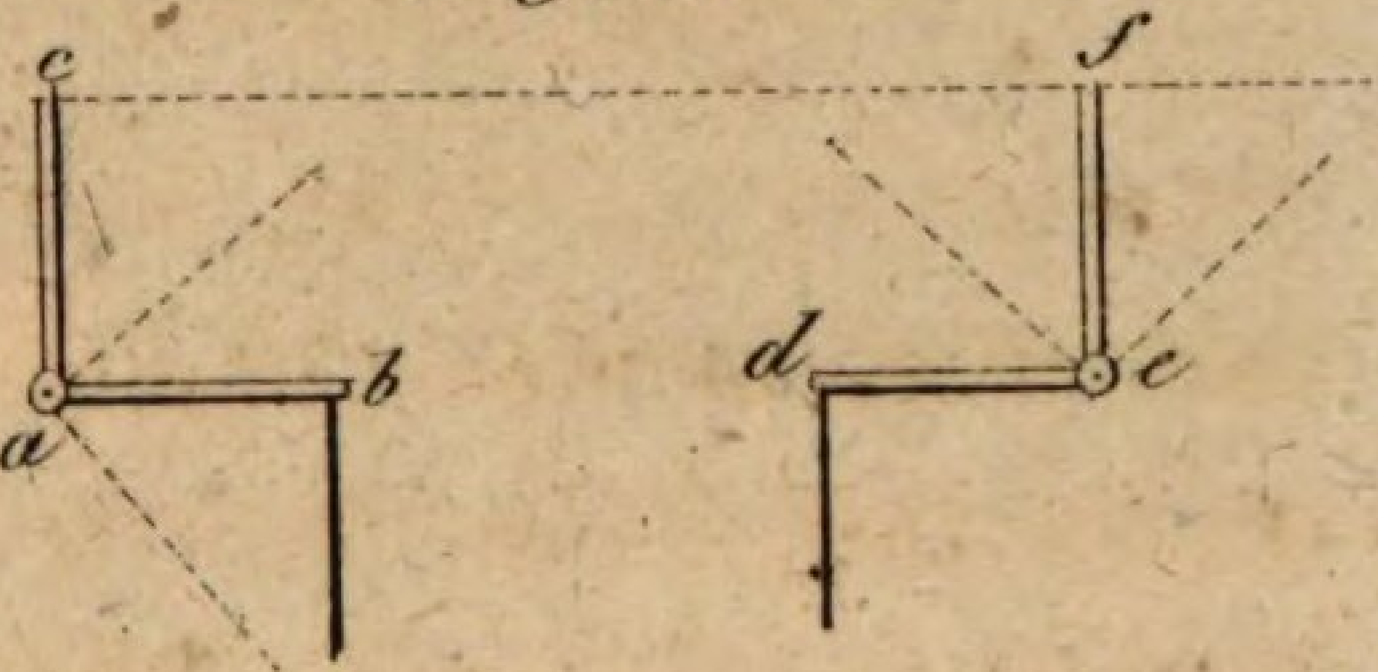


Fig. 5.



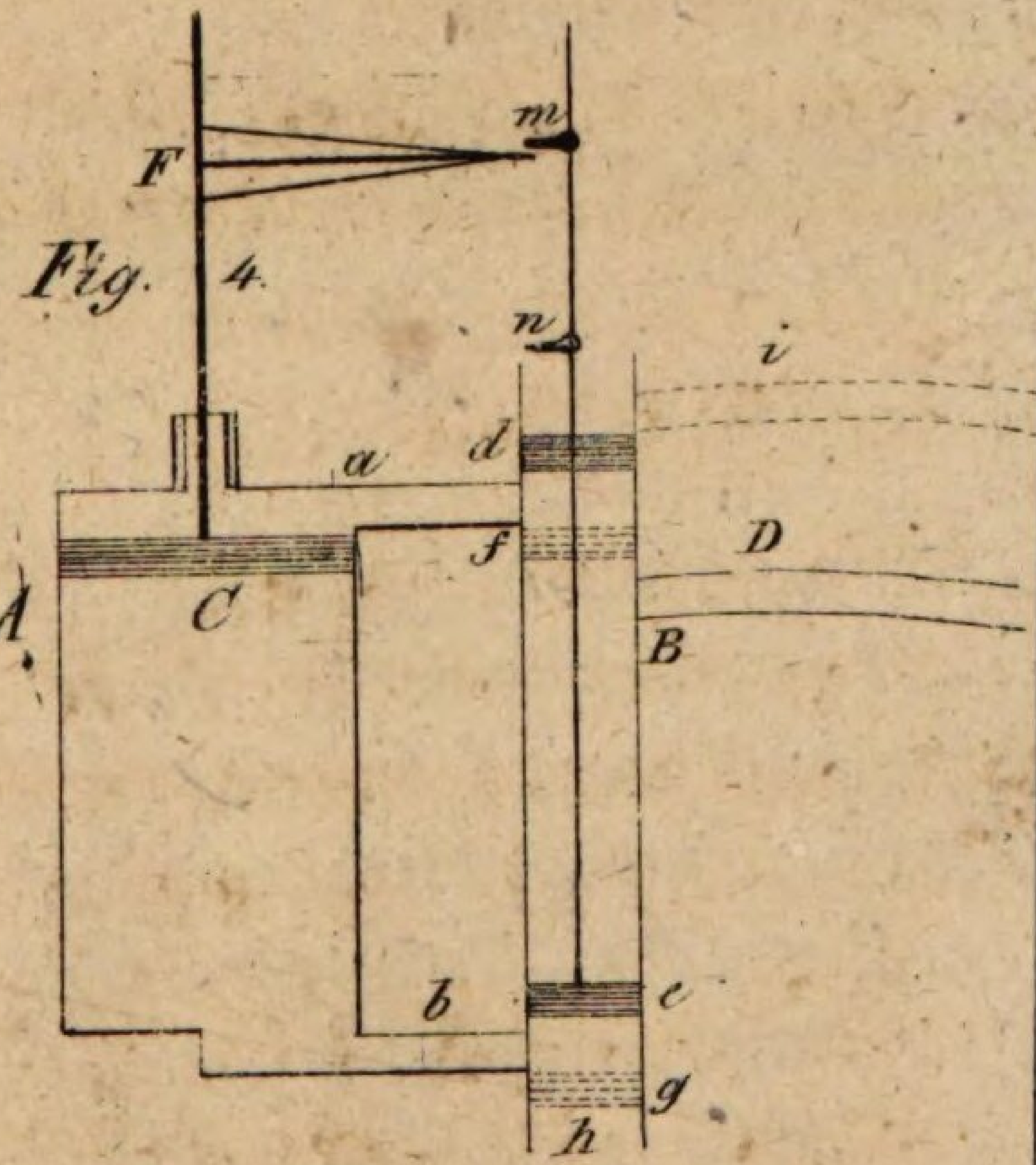


Fig. 4.

…maschenen.

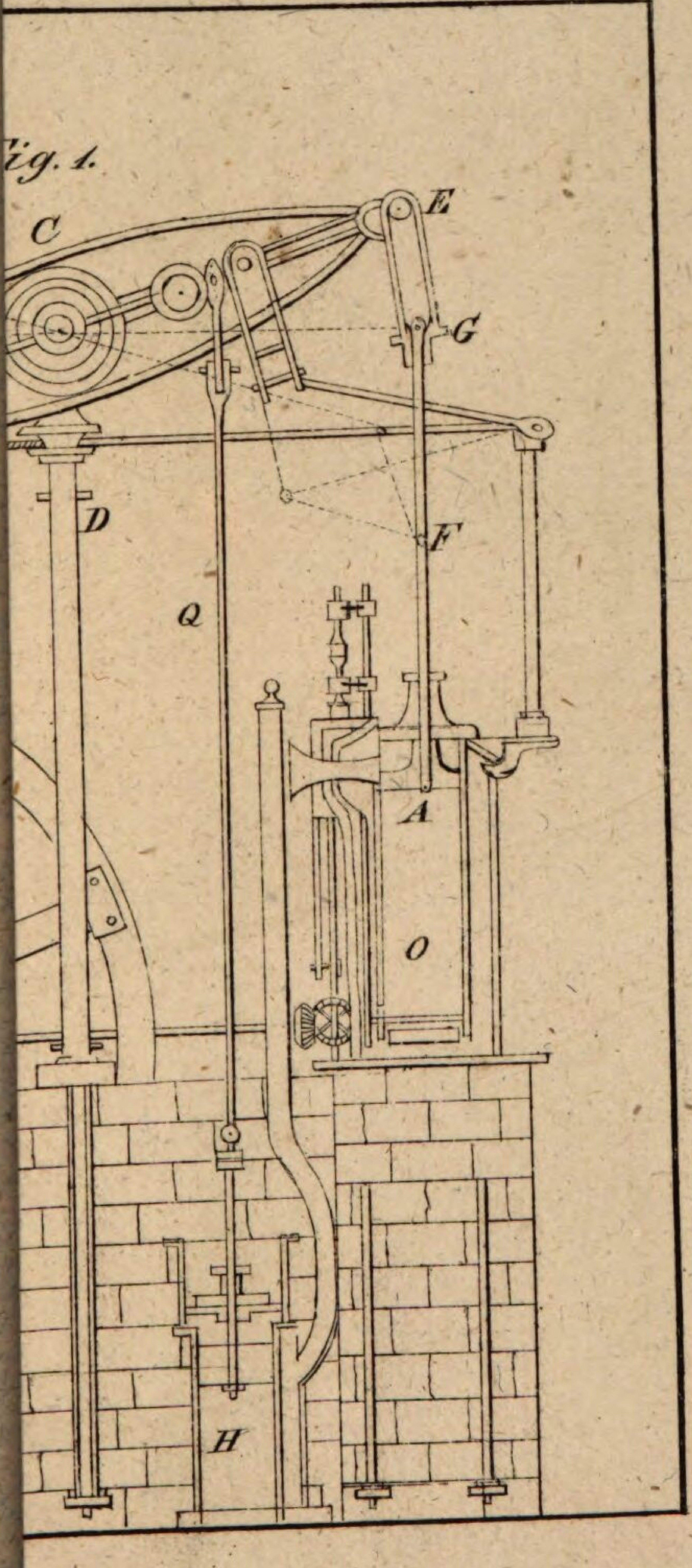
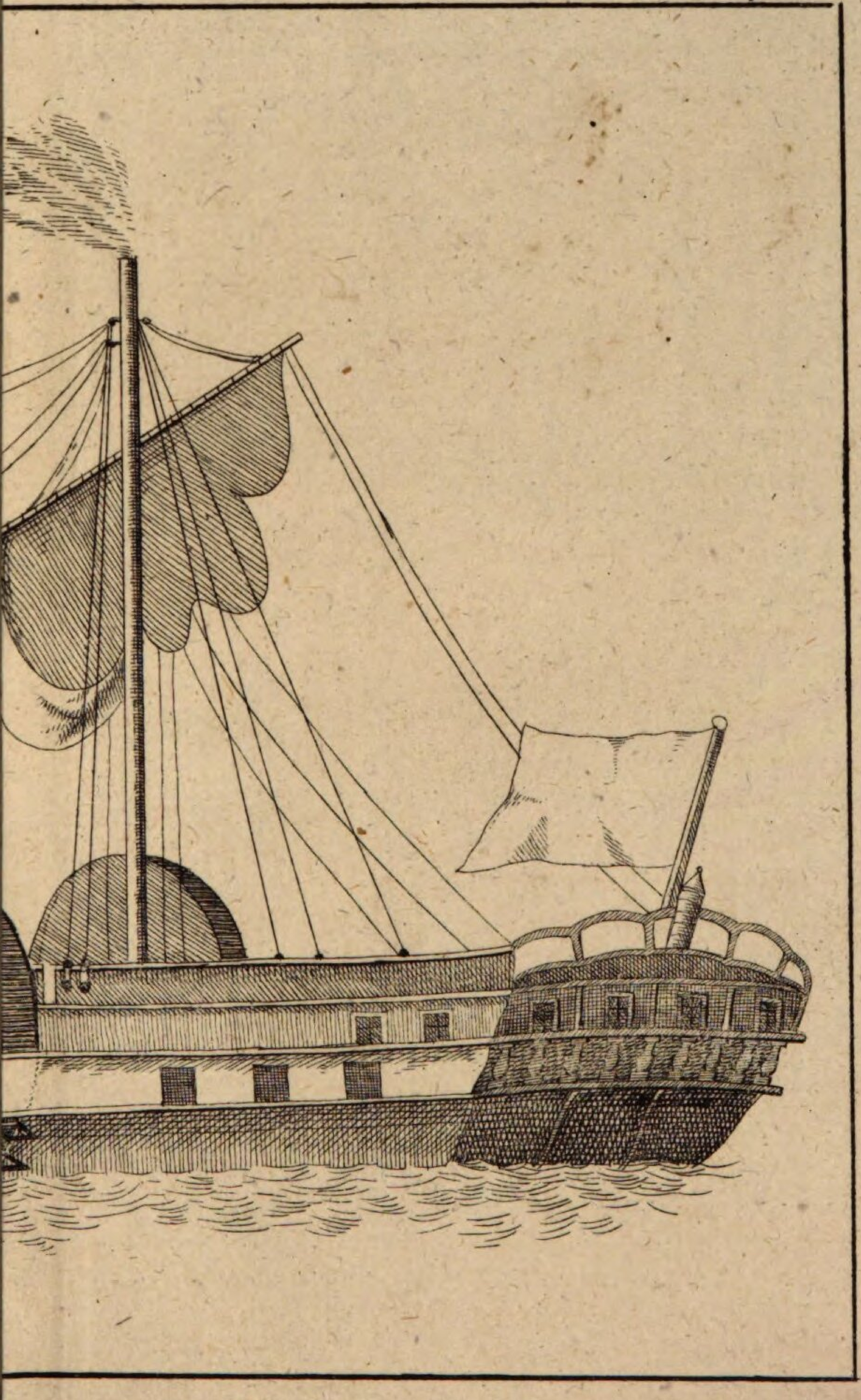


Fig. 1.
C
E
G
D
F
Q
A
O
H

Taf. III.



Taf. IV.

g. 1.

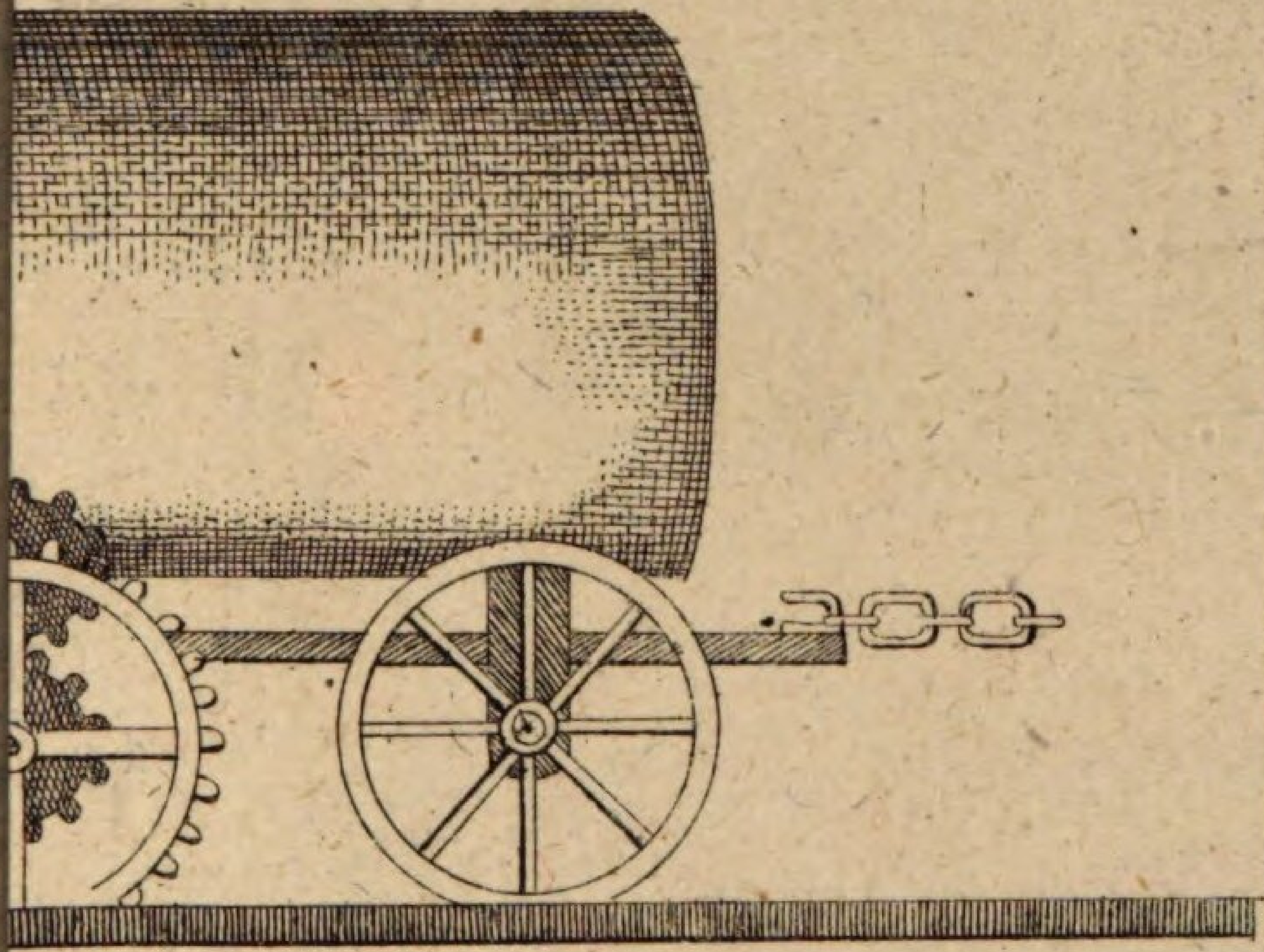
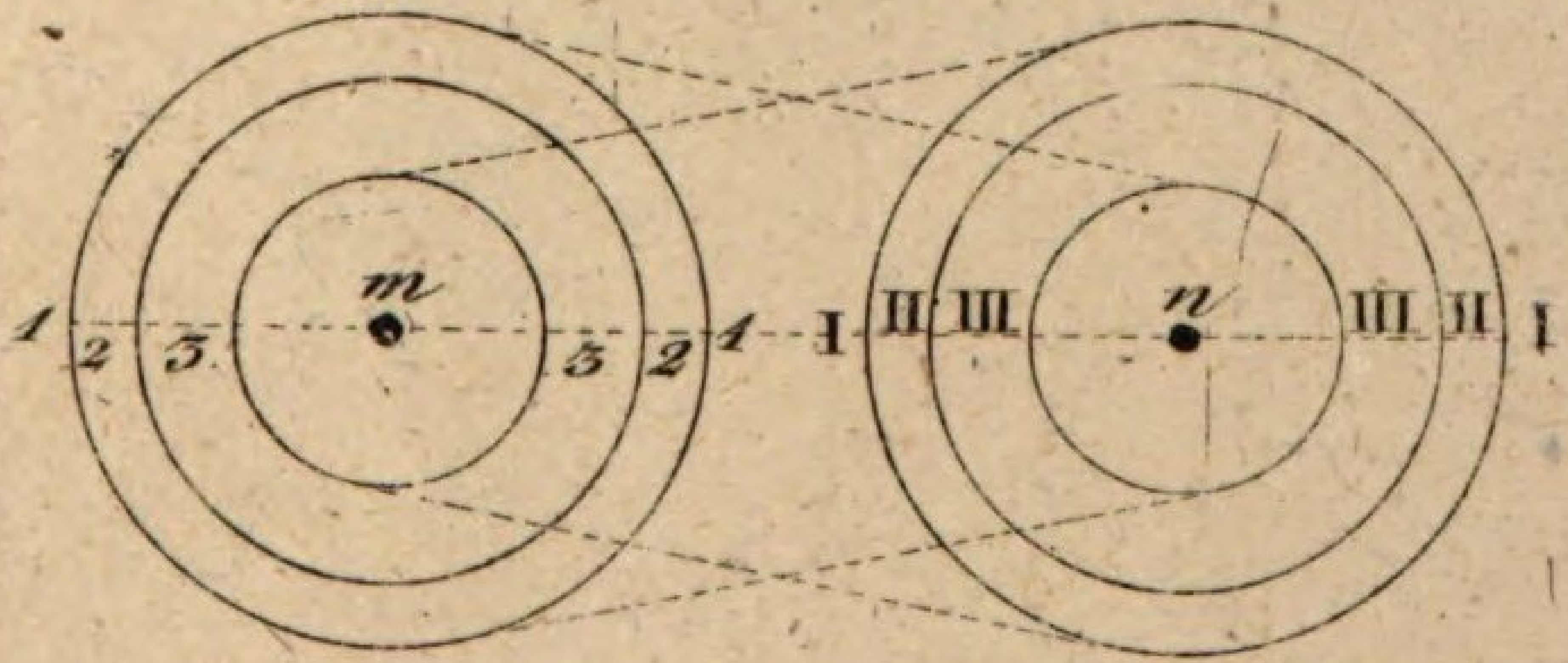


Fig. 3.



Taf. V.

Fig. 2.

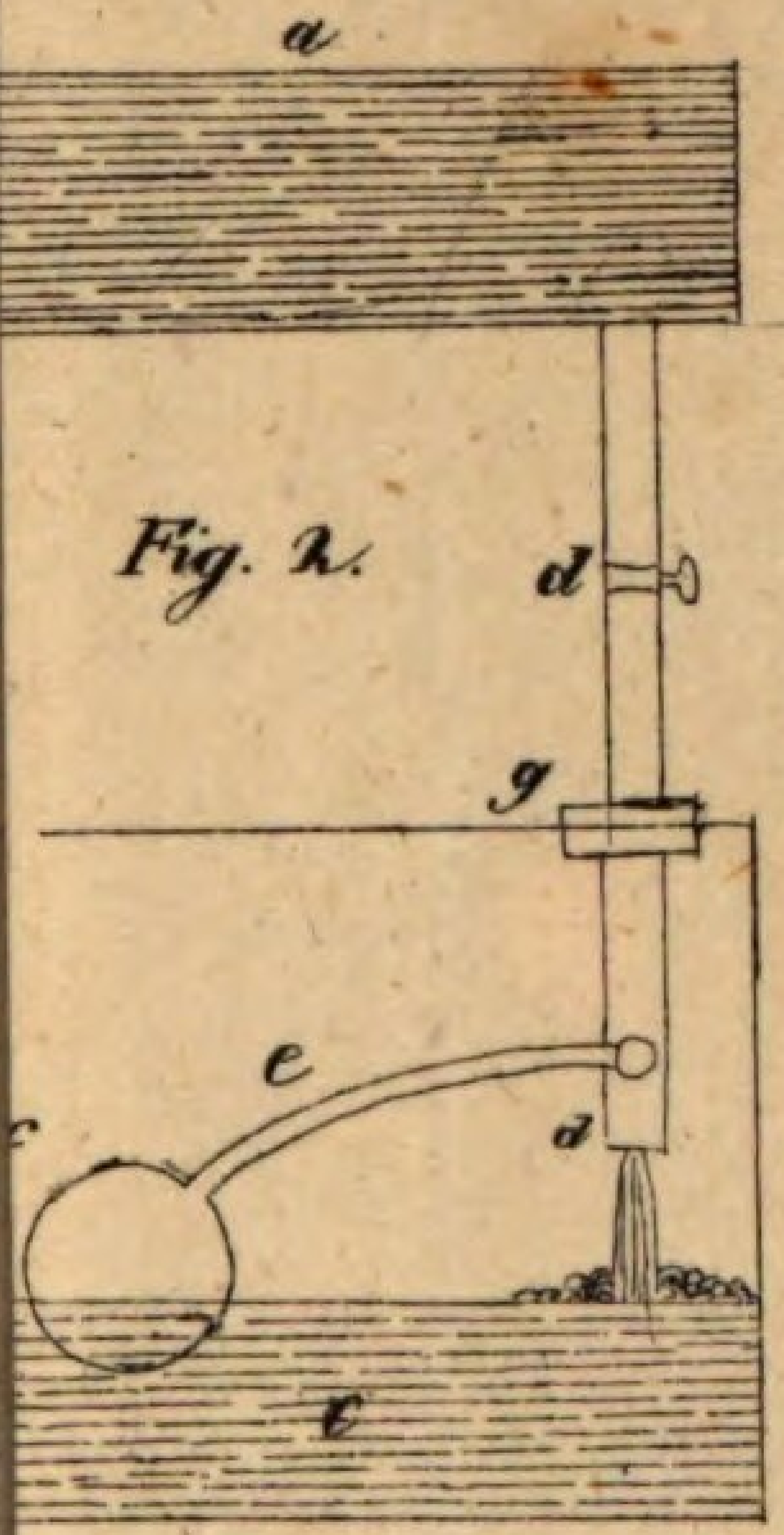
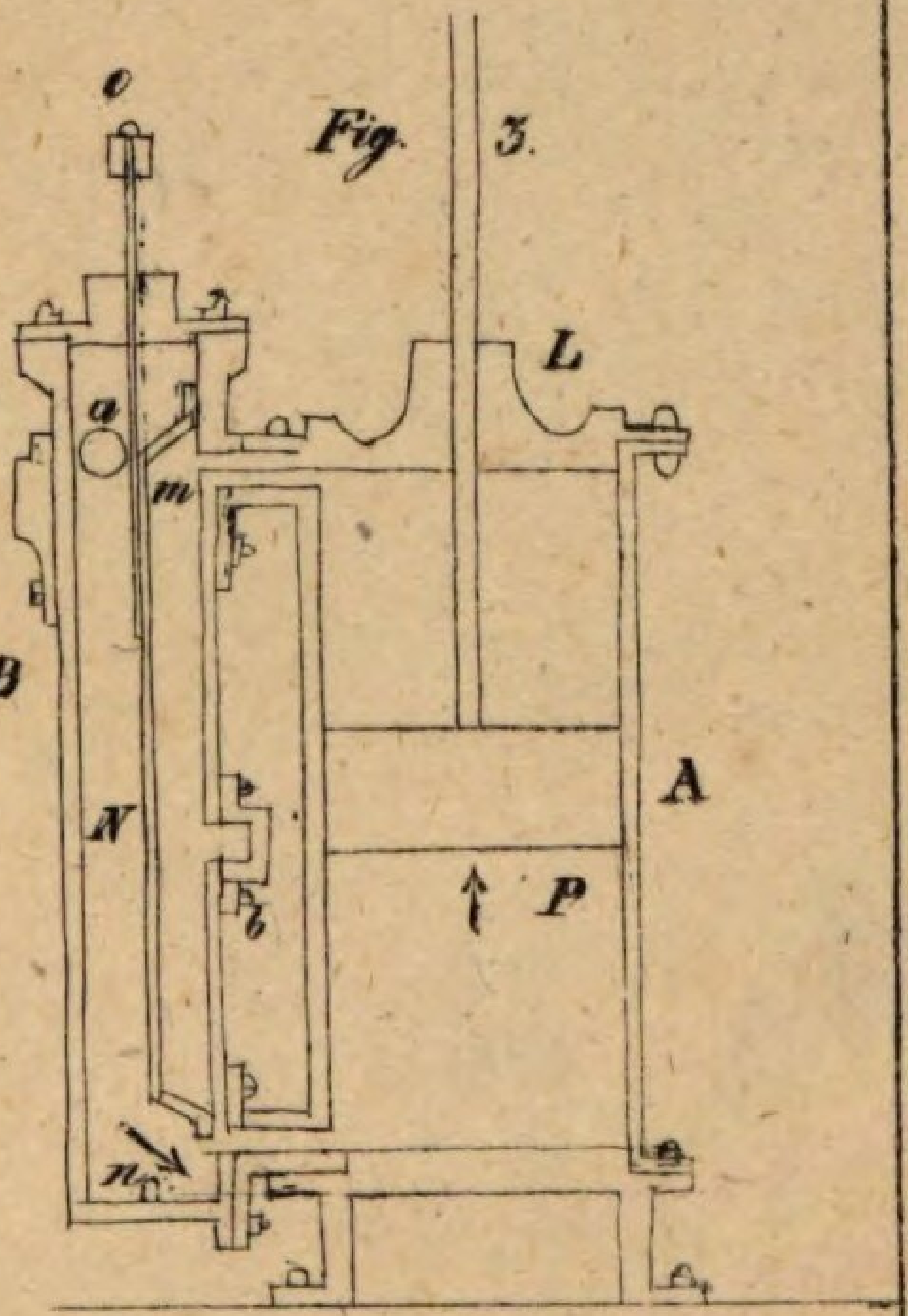


Fig. 3.



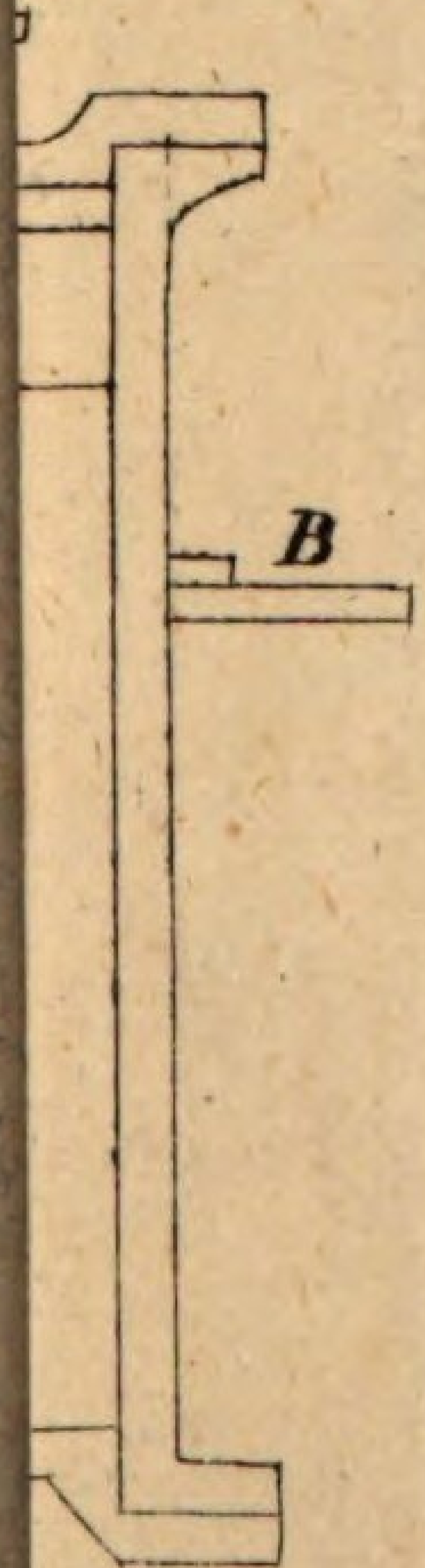
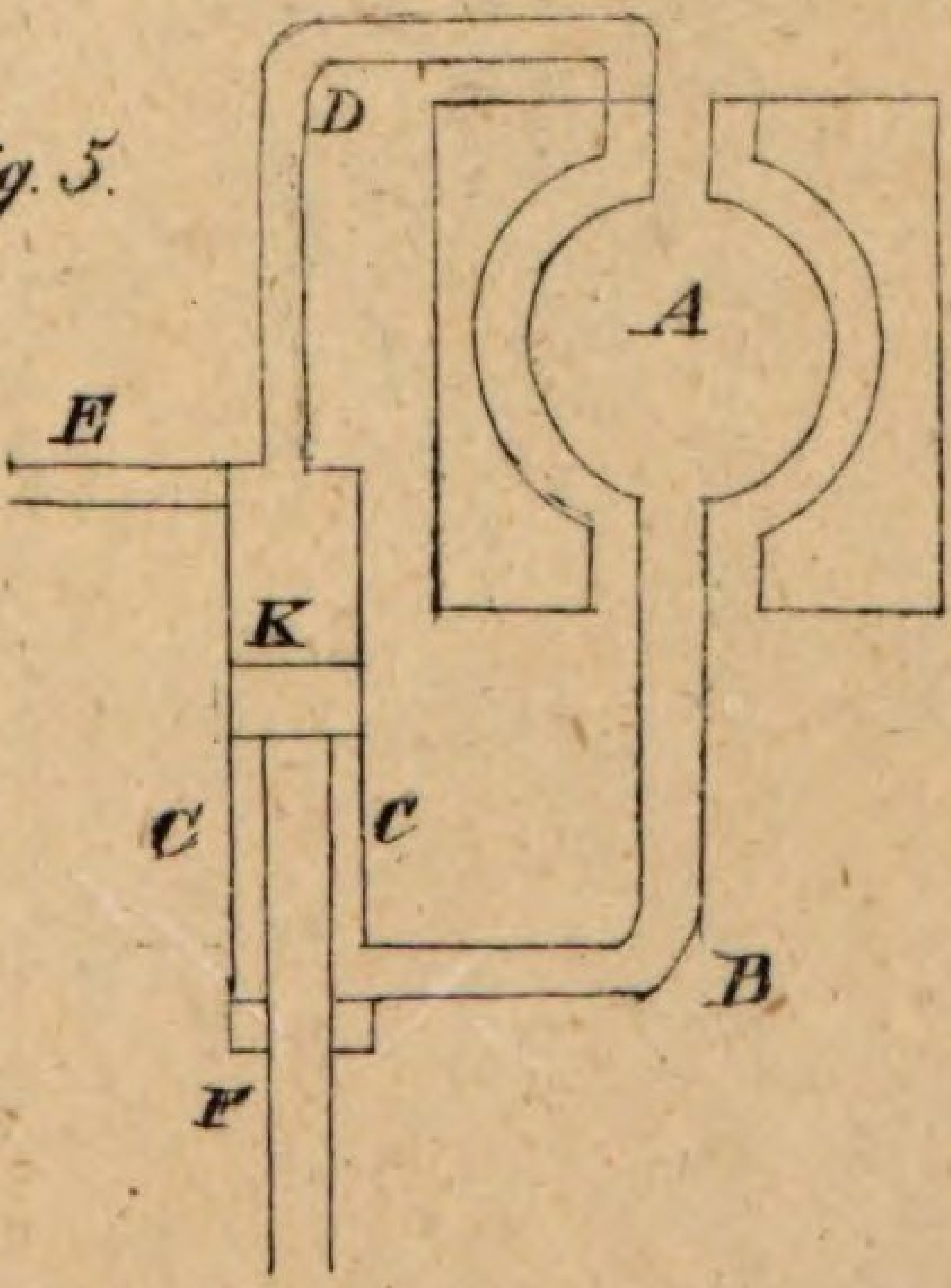


Fig. 5.



hinen.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Poppe, Johann Heinrich Moritz <<von>>,

Populärer Unterricht über Dampfmaschinen, über die Anwendung derselben zum Treiben anderer Maschinen, insbesondere auch über Dampfschiffe und Dampfwagen nebst einer Geschichte des gesammten Dampfmaschinenwesens ; zur Belehrung für Jedermann auf das Faßlichste dargestellt

Tübingen 1834

BHS III 72
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708348-2